

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI

INTEGRATED VULNERABILITY ASSESSMENT OF COASTAL
COMMUNITIES TO NATURAL HAZARDS IN A CLIMATE CHANGE
CONTEXT: THE CASES OF AVIGNON (CANADA), KILKEEL (UNITED
KINGDOM) AND CHIPIONA (SPAIN)

ÉVALUATION INTÉGRÉE DE LA VULNÉRABILITÉ DES COMMUNAUTÉS
CÔTIÈRES FAISANT FACE AUX ALÉAS NATURELS DANS UN CONTEXTE
DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES : LES CAS D'AVIGNON (CANADA),
KILKEEL (ROYAUME-UNI) ET CHIPIONA (ESPAGNE)

THÈSE PRÉSENTÉE COMME EXIGENCE PARTIELLE DU DOCTORAT EN
SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR URSULE BOYER-VILLEMAIRE

MAI 2016

COMPOSITION DU JURY

Michelle Garneau :	Présidente du jury, Université du Québec à Montréal
Pascal Bernatchez :	Directeur de recherche, Université du Québec à Rimouski
Javier Benavente :	Co-directeur de recherche, Universidad de Cádiz
J. Andrew G. Cooper :	Co-directeur de recherche, University of Ulster
Thomas Buffin-Bélanger :	Examinateur interne, Université du Québec à Rimouski
Catherine Meur-Férec :	Examinatrice externe, Université de Brest

Dépôt initial : 14 octobre 2015

Soutenance : 1er mars 2016

Dépôt final : 2 mai 2016

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI
Service de la bibliothèque

Avertissement

La diffusion de ce mémoire ou de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire « *Autorisation de reproduire et de diffuser un rapport, un mémoire ou une thèse* ». En signant ce formulaire, l'auteur concède à l'Université du Québec à Rimouski une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de son travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, l'auteur autorise l'Université du Québec à Rimouski à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de son travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits moraux ni à ses droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, l'auteur conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont il possède un exemplaire.

DÉDICACE

*La seule loi de l'univers qui ne soit pas soumise au changement
est que tout change, rien n'est permanent.*
– Bouddha

*Pour tous les témoins des changements climatiques
Pour nos enfants
À ma famille
À mes complices*

REMERCIEMENTS

Le chemin de la thèse est solitaire, mais je n'aurais jamais pu y arriver dans la solitude. Merci à Mathias et à ma famille pour votre accompagnement et soutien en tout temps et en toutes formes. Ils ont fait ressortir le meilleur de mes capacités. Entre les histoires de distance, d'hélicoptère et de grossesse, chaque rebondissement de ces dernières années m'aura rendue femme et scientifique plus forte grâce à votre présence infaillible. Sincèrement, MERCI. À Octave et ses semblables, merci de m'émerveiller à tous les jours.

Un merci spécial à mon trio de maîtres de la côte, Pascal Bernatchez, Javier Benavente et Andrew Cooper, merci pour votre encadrement et vos conseils. Chacun à votre manière, vous m'aurez transmis votre passion pour un des écosociosystèmes les plus complexes. Pascal, merci de m'avoir donné la chance en premier lieu de faire ce projet. Merci à Javier et Andrew de m'avoir ouvert vos portes sans hésiter et partagé vos cultures. Merci à tous les trois de votre confiance, de votre ouverture à mes idées folles, de vos révisions et suggestions qui auront guidé mon parcours jusqu'à bon port.

Merci à tous les profs et collaborateurs qui ont jalonné ce parcours et cru en moi au bon moment, en particulier Michelle Garneau, Louise Vandelac, Laurent Lepage, Marc Lucotte, Nathalie Lewis, Pedro Peres-Neto, Guillaume Marie, François Morneau. Merci aussi à mes comparses doctorants qui ont su m'inspirer et alimenter les discussions interdisciplinaires, ou m'accompagner dans d'interminables heures de travail au café ou ailleurs : Louis-Charles Rainville, Jean-Philippe Martin, Raphaëlle

Dancette, Agathe Lisé-Pronovost, Sky Oestreicher, Véronique Landry, Stéfanie Van Wiertz, et tous les autres.

Mes remerciements vont également aux personnes interrogées lors des campagnes de terrain : votre générosité a grandement enrichi mon expérience, rendu possible ce travail et nourri ma motivation jusqu'à la dernière phrase de ce document. Merci aussi aux équipes de recherche à Rimouski et dans la baie des Chaleurs, en Ulster et à Cadiz, votre accueil jovial, votre aide et votre collaboration m'ont été précieuses dans la réalisation de ce projet.

Je tiens à remercier mes amis et ma famille élargie, à Rimouski, Québec, Montréal, en Irlande du Nord, en Espagne et France pour votre accueil et vos encouragements. Un merci spécial à Stephanie Ferguson et sa famille de Kilkeel qui m'ont accueillie à bras ouverts au bord de leur falaise celtique.

Je suis aussi reconnaissante envers toutes les personnes qui m'ont encouragée à poursuivre mes études depuis ma première présentation scientifique en 1^{ère} année, jusqu'à cette thèse, en passant par ma première expo-science, la création d'un groupe de recherche au cégep, ma première demande de bourse, mon premier article scientifique, mon bac et ma maîtrise. Je peux enfin dire « je suis rendue » au bout de ma scolarité, et c'est en partie grâce à vous.

Il est aussi important de mentionner le rôle du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie, du Fonds de recherche québécois sur la nature et les technologies, la chaire de recherche en Géosciences côtières, le Cadre de prévention des principaux risques naturels du Gouvernement du Québec, le Centre d'études nordiques, le ministère de l'Éducation du Québec, la School of Environmental Science de l'Université d'Ulster, le programme national espagnol de R & D et le programme andalous de recherche d'excellence. Sans ce support financier via des

bourses doctorales, bourses de terrain et de transport, ce projet de recherche n'aurait pas eu lieu.

Merci enfin à tous les participants aux présentations de vulgarisation qui ont su être bon public. C'est grâce à vous et pour vous que je peux trouver les mots justes pour rapprocher la science de la vie citoyenne.

Et merci à mes élèves de yoga et mes formateurs, pour m'avoir aidée à continuer de respirer et de grandir intérieurement.

AVANT-PROPOS

Cette recherche a été encadrée par trois contraintes principales qui touchaient à la recherche appliquée, à la collaboration internationale et à la multidisciplinarité.

Recherche appliquée

Cette thèse est en partie le résultat d'une collaboration avec le Gouvernement du Québec afin de développer une méthode d'évaluation de la vulnérabilité adaptée pour les côtes de l'Est du Québec faisant face à l'aléa d'érosion côtière. Dans ce contexte de sciences appliquées, ce projet était ancré dans un souci particulier d'apporter des bénéfices aux communautés côtières, depuis la collecte de données jusqu'aux recommandations. Elles constituent un pivot central au fil de la production scientifique. J'espère sincèrement que ce souci aura réussi à se refléter dans la pertinence des outils développés pour soutenir leur autonomie dans une visée de développement durable et que ça ne s'immobilisera pas là.

Collaboration internationale

Afin de repousser les frontières climatiques et de projeter nos côtes dans leurs futures conditions, ce projet fut l'opportunité de créer une nouvelle collaboration internationale entre le Québec, l'Irlande du Nord et l'Espagne. Le succès de cette thèse reflète une bonne collaboration entre les parties, qui s'est matérialisée dans le travail de terrain, un contexte multilingue jusque dans cette thèse hybride français-

anglais et dans la présentation des résultats, comprenant un retour dans les communautés et universités européennes en janvier 2013 et sous peu au Québec.

Multidisciplinarité

Le sujet de la vulnérabilité m'a entraînée à mon grand plaisir sur la voie tortueuse et complexe de la Multidisciplinarité. Créativité, modestie, écoute et respect des différences sont essentiels aux innovations multidisciplinaires. Cette thèse ne saurait prétendre à une somme d'innovations disciplinaires sous le signe de l'ultraspécialisation, mais plutôt à une alliance cohérente du meilleur de chaque discipline, formant en soi un tout qui repousse les limites de la science appliquée. Aussi suggérons nous au lecteur d'utiliser une clé de lecture ancrée dans la polyvalence pour rendre justesse à cette démarche hors normes.

RÉSUMÉ

Les changements climatiques obligent les communautés côtières de partout à travers le monde à s'adapter à l'augmentation des risques d'aléas d'érosion côtière et de submersion par la mer. L'érosion côtière affecte particulièrement les systèmes côtiers meubles situés autour de l'océan nord-atlantique. Depuis 20 ans, le cadre conceptuel qui s'est imposé pour gérer cet enjeu à l'échelle des communautés côtières est celui de la vulnérabilité aux changements climatiques – « une condition résultant de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux qui prédispose les éléments exposés à la manifestation d'un aléa à en subir des préjudices ou des dommages », telle que définie par la *Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies*.

Dans ces conditions, les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité côtière comportent trois limites principales freinant leur utilisation sur les côtes qui bordent l'Atlantique Nord, constituées de dépôts meubles et particulièrement sensibles à l'aléa d'érosion :

- 1) l'érosion côtière est souvent absente des études ou représentée par des indicateurs qui négligent la complexité des interactions entre les milieux terrestre, marin, atmosphérique et humain ;
- 2) de nombreuses évaluations des impacts sur les communautés côtières se limitent à une vision centrée sur les pertes économiques et omettent des facteurs sociétaux importants, comme les perceptions de risque et de la gouvernance, le contexte institutionnel et l'héritage d'adaptation ;
- 3) la faible opérationnalité des évaluations de vulnérabilité côtière pour des non scientifiques et leur reproductibilité déficiente pour des environnements continus et géodiversifiés limite grandement leur utilisation pour la prise de décision.

Devant ces défis, cette thèse par articles a pour objectif principal de développer une méthode d'évaluation de la vulnérabilité qui repose sur une vision écosociosystémique des communautés côtières. Trois petites communautés ont été comparées, au Québec, en Irlande du Nord et dans le sud de l'Espagne. L'approche est multidisciplinaire et participative. Elle s'appuie sur des méthodes mixtes : elle est en partie qualitative et en partie quantitative.

Le premier chapitre porte sur la quantification des perceptions de risque dans les communautés côtières, à la lumière du concept de conscientisation fonctionnelle. À

partir des observations citoyennes de modifications de l'environnement, nous avons mesuré le degré de correspondance avec les observations géoscientifiques et l'intention de changement comportemental vers des solutions durables. Les résultats soulignent l'importance de deux éléments dans la préférence pour des solutions de gestion préventive des risques : les efforts gouvernementaux pour informer et sensibiliser les citoyens ; et l'expérience répétée d'événements extrêmes. La principale retombée consiste en un nouveau jeu d'indicateurs à intégrer dans l'évaluation de la vulnérabilité.

Le deuxième chapitre traite des perceptions de la gouvernance des risques côtiers, soutenu par deux jeux d'indicateurs novateurs sur : 1) l'attitude des communautés vis-à-vis d'une gestion durable de la côte et 2) la cohérence des préférences entre les citoyens et les gestionnaires à propos de la gouvernance. Ce chapitre met en lumière l'impact d'un biais émotif de perception chez les citoyens, qui ébranle la capacité à dialoguer avec les gestionnaires (Québec) et l'importance des facteurs de diversion de l'intérêt citoyen pour la gestion côtière collaborative, comme des tensions interculturelles (Irlande du Nord) ou une récession économique (Espagne).

Le troisième chapitre présente le *Diagnostic de vulnérabilité intégrée des communautés côtières* et son application à la communauté nord-irlandaise. Cet outil multidisciplinaire rassemble de manière systématique des analyses et des indicateurs géomorphologiques, environnementaux, sociétaux, institutionnels et d'adaptation/résilience. La démarche touche autant la communauté que le contexte qui l'entoure. Certaines données ont d'ailleurs été récoltées à l'aide des citoyens concernés. Un visualisateur a été conçu à l'intention des utilisateurs non spécialistes. Il synthétise les données de vulnérabilité et les représente spatialement à l'échelle des cellules hydrosédimentaires. Le *Diagnostic* peut s'appliquer dans des environnements côtiers diversifiés. Avec un temps et des ressources minimales, il permet de cerner des pistes d'action ancrées dans le contexte local pour réduire la vulnérabilité.

La contribution novatrice de cette thèse est à la fois issue de l'avancement des connaissances depuis une perspective multidisciplinaire, mais aussi de l'opérationnalisation de ces connaissances depuis la collecte de la donnée source jusqu'à un outil fonctionnel et reproductible. Les limites sont à la mesure d'un projet porté par une seule personne, mais cette démarche ouvre la voie à de véritables développements des connaissances et de la gestion multidisciplinaire des côtes.

Mots clés: vulnérabilité, risques côtiers, changements climatiques, perceptions, gouvernance

SUMMARY

In the context of climate change, worldwide coastal communities need to adapt to increasing risks of coastal flooding and erosion. Coastal erosion particularly impacts the soft coastal systems fringing the North Atlantic Ocean. To manage this stake at the scale of coastal communities, since 20 years, the conceptual framework of vulnerability to climate change was renewed – the characteristics and circumstances of a community, system or asset that make it susceptible to the damaging effects of a hazard, arising from various physical, social, economic, and environmental actors, as defined by the *United Nations International Strategy for Disaster Reduction*. However, the coastal vulnerability assessment methods comprise three main limits that prevent their effective use in coastal management on the shore of the North Atlantic Ocean. First, coastal erosion is often absent or represented by simplistic indicators or projections that neglect the complex interactions between terrestrial, marine, atmospheric and human environments. Second, many impact assessments on coastal communities are limited to landloss economical perspective. In contrast, important socioeconomic factors are much less frequent, such as risk and governance perceptions, the institutional context and adaptation heritage. Third, the weak operability of coastal vulnerability assessments for non-scientist and their deficient reproducibility for continuous and geodiversified environments greatly limit their use for real-life decisions.

Giving these gaps, the main objective of this thesis organized by articles is to develop a vulnerability assessment method that builds from an ecosociosystemic perspective about coastal communities. Three small communities were compared in Quebec, Northern Ireland and Andalusia. The approach is anchored in multidisciplinary and uses mixed methods: it is partly qualitative and participative, and partly quantitative.

The first chapter is about quantifying the coastal risk perceptions in communities, based on the concept of functional awareness. From the citizen's observations of environmental changes, we measured the degree of correspondance between goescientific data and observations, and the intention of behavioural change towards sustainable solutions. The main output consist in a set of indicators to integrate into the vulnerability assessment. The results highlight the importance of governmental efforts to inform and raise awareness of citizens about coastal risks, and that of repeated experience of extreme events into the preference for long-term strategies for reducing risks.

The second chapter measures the perceptions relative to governance of coastal risks, based on two indicator sets about : 1) the identification of citizen's attitude towards sustainable management of the coastline and 2) the coherence of preference citizens and managers about the governance architecture (inclusiveness, leadership, power sharing). This chapter uncovers the impact of emotional bias in the citizen's perceptions, which can affect the capacity to dialogue objectively with the managers (Québec), along with the importance of factors diverging the citizens' interest for coastal collaborative mangement, such as inter-cultural tensions (Northern Ireland) or economic precariousness (Andalucia).

The third chapter presents the *Cosatal Community Integrated Vulnerability Diagnosis* and its application the Northern Irish community. The method sketches a multidisciplinary profile of impacts and adaptation/resilience from the two previous contributions, together with 1) the description of regional environmental changes anticipated in the next decades, 2) scenarios of shoreline evolution based on the local historical evolution and a precaution principle, 3) a innovative method to asses the adequation between the coastal protection structures and the coastal dynamics, 4) a spatial evaluation of the assets exposed assets, the intangible impacts and adaptation and resilience factors, and 5) an institutional analysis of the completedness of tools and the cross-actors dynamics. Moreover, the representation of spatial information, at the scale of hydrosedimentary cells, is supported by a vulnerability viewer aimed for non-specialist users. The *Diagnosis* may be repeated in geodiverse coastal environments and, with minimal time and resources, it allows to identify the targets anchored in the local context that could lead to vulnreability reduction strategies.

The innovative contribution of this thesis come not only from the increase in multidisciplinary knowledge, but also from the implementation of this knowledge into a functional and reproducible tool. The limits correspond to a single-person project, but this approach open the perspectives towards genuine developments in terms of knowledge and multidisciplinary coastal management.

Keywords: vulnerability, coastal risks, climate change, perceptions, governance

RESUMEN

En el contexto del cambio climático, las comunidades costeras de todo el mundo deben adaptarse a los crecientes riesgos asociados a la erosión costera y la sumersión marina. La erosión costera afecta particularmente los sistemas costeros sensibles que se extienden a lo largo del Océano Atlántico Norte. Desde hace 20 años, el marco conceptual más utilizado para manejar este problema a nivel de las comunidades costeras ha sido la vulnerabilidad al cambio climático. Según la *Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas*, la vulnerabilidad es una condición que se define como los factores físicos, sociales, económicos y ambientales que predisponen a los elementos expuestos a un riesgo a sufrir daños y perjuicios. Sin embargo, los métodos de evaluación de la vulnerabilidad costera tienen tres principales limitaciones que frenan su utilización en las zonas costeras que bordean el Atlántico Norte. En primer lugar, la erosión costera no se considera a menudo en los estudios o se representa con indicadores que no toman en cuenta la complejidad de las interacciones entre los ambientes terrestre, marino, atmosférico y humano. En segundo lugar, la mayoría de las evaluaciones de impacto sobre las comunidades costeras sólo se centran en las pérdidas económicas y omiten los factores sociales, como la percepción del riesgo y la gobernabilidad, el contexto institucional y la herencia de las adaptaciones pasadas. En tercer lugar, las evaluaciones de vulnerabilidad costera tienen una baja operatividad y no son fácilmente implementadas por personas sin estudios científicos; asimismo, tampoco son reproducibles en ambientes continuos y con geografías diversas, lo que limita grandemente su utilización en la toma de decisiones.

Frente a estos desafíos, esta tesis compuesta por artículos, tiene como objetivo principal el desarrollar un método de evaluación de la vulnerabilidad que se basa en una visión *ecosociosistémica* de las comunidades costeras. Se ha comparado tres pequeñas comunidades en Quebec, Irlanda del Norte y Andalucía. El enfoque es multidisciplinario y participativo, y se apoya en el uso de métodos mixtos cualitativos y cuantitativos.

El primer capítulo se centra en la cuantificación de la percepción de riesgo en las comunidades costeras teniendo como base el concepto de la *concientización funcional*. El grado de correspondencia entre las observaciones geocientíficas y la intención de un cambio de comportamiento hacia soluciones sostenibles se midió utilizando las observaciones de los ciudadanos sobre las modificaciones en el medio

ambiente. Los resultados resaltan la importancia de dos elementos en la preferencia de soluciones para lograr la gestión preventiva del riesgo: los esfuerzos gubernamentales para informar y concientizar a los ciudadanos y la experiencia repetida de eventos extremos. La principal contribución de este capítulo es un nuevo conjunto de indicadores que se pueden integrar en las evaluaciones de vulnerabilidad.

El segundo capítulo trata sobre la percepción de la gobernabilidad de los riesgos costeros utilizando dos grupos de nuevos indicadores: 1) la actitud de las comunidades frente a la gestión sostenible de las costas, y 2) la coherencia en las preferencias de los ciudadanos y los administradores en relación con la gobernabilidad (inclusividad, liderazgo, compartir responsabilidades). Este capítulo pone en evidencia el impacto del sesgo emotivo en la percepción de los ciudadanos, el cual puede afectar la capacidad de diálogo objetivo con los administradores, así como los factores que alejan los intereses de los ciudadanos de la gestión costera participativa, como las tensiones interculturales (Irlanda del Norte) o la recesión económica (Andalucía).

El tercer capítulo presenta el *Diagnóstico de vulnerabilidad integrada de las comunidades costeras* y su aplicación en la comunidad nor-irlandesa. El método propuesto esquematiza un perfil multidisciplinario de los impactos y la adaptación/resiliencia provenientes de las dos contribuciones previas conjuntamente con 1) una descripción de los cambios ambientales regionales que se anticipan, 2) un conjunto de escenarios de la evolución de la línea costera basados en la evolución histórica local y el principio de precaución, 3) un método innovador de evaluación de la adecuación de las estructuras de protección frente a la dinámica costera, 4) una evaluación espacial de los activos expuestos, de los impactos intangibles y de los factores de adaptación y de resiliencia, y 5) un análisis institucional de la integridad de las herramientas y la dinámica entre los actores. Asimismo, la representación de las informaciones espaciales, a la escala de unidades hidro-sedimentarias, se basa en la visión de vulnerabilidad de un observador y que está dirigida a un usuario no especializado. El diagnóstico se puede replicar en ambientes costeros de geografía variada y con un tiempo y recursos mínimos. También permite identificar objetivos basados en el contexto local que pueden resultar en estrategias de reducción de la vulnerabilidad.

Este proyecto ha producido datos claves para la gestión de las comunidades costeras estudiadas y las dos comunidades europeas han recibido bien los resultados. Esto abre una puerta a la aplicación del diagnóstico en otras comunidades. Esta investigación también ha puesto en evidencia la importancia de manejar las zonas costeras utilizando el principio de precaución, así como la importancia de invertir en la construcción de una continuidad hacia una gestión costera participativa.

La innovación que esta tesis ofrece está ligada al progreso del conocimiento desde una perspectiva multidisciplinaria, así como de la operatividad de este conocimiento desde la colecta de datos hasta la elaboración de una herramienta funcional y reproducible. Los límites son los asociados a un proyecto liderado por una sola persona, pero este proceso abre el camino hacia un verdadero desarrollo de conocimientos y la gestión multidisciplinaria de las zonas costeras.

Palabras claves: vulnerabilidad, riesgos costeros, cambio climático, percepciones, gobernanza

TABLE DES MATIÈRES

COMPOSITION DU JURY	iii
DÉDICACE	v
REMERCIEMENTS	vii
AVANT-PROPOS	xi
Recherche appliquée	xi
Collaboration internationale	xi
Multidisciplinarité	xii
RÉSUMÉ	xiii
SUMMARY	xv
RESUMEN	xvii
TABLE DES MATIÈRES	xxi
LISTE DES FIGURES	xxx
LISTE DES TABLEAUX	xxxiii
LISTE DES ENCADRÉS	xxxv
LISTE DES ANNEXES	xxxvii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	xxxix
CHAPITRE 1 INTRODUCTION	1
1.1 L'aléa de submersion côtière et les changements climatiques	1
1.2 L'aléa d'érosion côtière : entre complexité et nécessité	5
1.3 L'approche par la perte de terrain pour évaluer les impacts de l'érosion côtière	7
1.4 Pour une évaluation écosociosystémique des impacts de l'érosion côtière	14
1.4.1 Impacts sur le milieu biophysique	14
1.4.1.1 Impacts physiques	14

1.4.1.2 Impacts sur le vivant.....	16
1.4.1.3 Le potentiel de l'approche multicritères pour l'évaluation des impacts biophysiques.....	18
1.4.2 Impacts sur le milieu humain : le défi de la synchronisation.....	19
1.4.2.1 L'importance du dénombrement des enjeux bâtis.....	19
1.4.2.2 Impacts socioéconomiques : la centralité des perceptions.....	21
1.4.2.3 Évaluation des impacts sur le milieu humain : l'art du multicritères.....	26
1.5 Enjeux d'adaptation et de gestion : pour une perspective diversifiée et locale centrée sur la vulnérabilité.....	27
1.5.1 Solutions directes : l'importance d'intégrer la maladaptation.....	28
1.5.2 Solutions s'inscrivant dans la gestion intégrée des zones côtières.....	30
1.5.3 Évaluation de l'adaptation : à la recherche d'un cadre fédérateur.....	32
1.5.3.1 Évaluation basée sur le processus d'adaptation.....	33
1.5.3.2 Évaluation de l'adaptation dans un contexte de vulnérabilité.....	37
1.5.3.3 Principales approches de la vulnérabilité en zone côtière.....	42
1.5.4 Importance de l'échelle des communautés locales pour la gestion des zones côtières.....	45
1.6 Cadre de recherche.....	46
1.6.1 Problématique et question de recherche.....	47
1.6.2 Sujet général.....	48
1.6.3 Hypothèse de recherche.....	49
1.6.4 Objectif général.....	49
1.6.5 Questions et objectifs spécifiques.....	50
1.6.6 Approche générale : mixte et comparative d'études locales.....	52
1.6.7 Sites d'étude : L'intérêt des petites communautés côtières de l'Atlantique Nord.....	53
1.6.8 Retombées attendues.....	57
1.6.9 Limite principale.....	58

1.6.10 Motivations	58
1.6.10.1 Motivation scientifique	58
1.6.10.2 Motivation sociale	58
1.6.11 Cadre éthique	59
1.6.12 Organisation de la thèse	59
CHAPITRE 2 : ANALYSE DES PERCEPTIONS CITOYENNES DES RISQUES CÔTIERS	63
2.1 Présentation de l'article	63
2.2 Quantifying community's functional awareness of coastal changes and hazards from citizen perception analysis in Canada, UK and Spain (published)	65
Abstract	66
Graphical abstract	67
Highlights	67
1. Introduction	68
1.1 Background	68
1.2 Framework and indicators	70
1.3 Study sites	73
1.3.1 Location	73
1.3.2 Biophysical setting	74
1.3.3 Socio-economical setting	76
2. Methods	77
2.1 Survey content	77
2.2 Data collection	78
2.3 Sample characteristics	78
2.4 Data treatment and analysis	80
2.4.1 Survey results	80
2.4.2 Comparison of perception with geoscience data	82
3. Results and discussion	84

3.1 Risk representations	84
3.1.1 Basic knowledge	94
3.1.2 Perception of dreadfulness	95
3.1.3 Perception of uncertainty	99
3.2 Intended behavioural change	100
3.3 Functional awareness, vulnerability and adaptation	104
3.4 Method assessment	105
4. Conclusions	105
Acknowledgements	107
Supplementary data	107
References	107
Appendix 1. Questionnaire	114
Appendix 2. MCA Analysis for Affective Context and Governance Perception.....	116
CHAPITRE 3 : ANALYSE DES PERCEPTIONS DE LA GOUVERNANCE.....	127
3.1 Présentation de l'article	127
3.2 Governance Perception of Citizens and Managers in Coastal Communities facing Climate Hazards and Changes in Canada, UK and Spain.....	128
Abstract	129
Graphical abstract	130
Highlights	130
1. Introduction	131
2. Framework and indicators	132
3. Study sites	135
3.1 Location	135
3.2 Biophysical and socio-economical settings	138
3.3 Institutions	140
3.3.1 Avignon (AVI), Quebec, Canada	140
3.3.2 Kilkeel (KIL), Northern Ireland, UK	141

3.3.3	Chipiona (CHI), Andalucia, Spain	142
3.3.4	Institutional similarities and differences	143
4.	Methods	144
4.1	Survey	144
4.1.1	Content.....	144
4.1.2	Data collection and sample characteristics	145
4.2	Interviews	145
4.3	Data treatment and analysis	147
5.	Results	149
6.	Discussion.....	157
6.1	AVI: sustainable potential impeded by emotionalism.....	157
6.2	KIL: strong citizen's attitude but misunderstanding about inclusiveness	159
6.3	CHI: cultural disinterest and underestimated potential for participation	162
6.4	Institutional trust, distance bias and need for community-based management.....	164
7.	Conclusion.....	167
	Acknowledgements.....	169
	References	170
	CHAPITRE 4 : ÉVALUATION INTÉGRÉE DE LA VULNÉRABILITÉ DES COMMUNAUTÉS CÔTIÈRES	175
4.1	Présentation de l'article.....	175
4.2	Coastal vulnerability diagnosis: multidisciplinary perspective for spotting factors in communities facing coastal erosion (manuscript)	176
	Abstract	176
1.	Introduction.....	177
2.	Study site	181

2.1 Biophysical setting	182
2.2 Socio-economical and institutional setting	183
3. Typology of Vulnerability Factors	184
4. Step-by-step methods & results of vulnerability diagnosis	185
4.1 External biophysical factors	188
4.1.1 Documentary analysis of evolution trends	188
4.1.2 Qualitative analysis of anthropogenic external biophysical factors	189
4.1.3 Results for external biophysical factors	189
4.2 Internal biophysical factors	191
4.2.1 Coastal geomorphological classification	191
4.2.2 Spatial coastal change	192
4.2.3 Coastal cell exposure	195
4.2.4 Land exposed	196
4.2.5 Qualitative analysis of historical events	197
4.2.6 Natural shoreline resilience and coastal protection	197
4.2.7 Results for internal biophysical factors	197
4.3 Socio-economical internal factors: Spatial aspect	201
4.3.1 Population exposed	202
4.3.2 Buildings and roads vulnerability methodology	203
4.3.3 Perceived impacts on the landscape intangible values	204
4.3.4 Spatial adaptation factors	205
4.3.5 Results for internal socio-economical vulnerability factors	207
4.4 Synthesis of coastal spatial vulnerability	211
4.4.1 Vulnerability viewer	211
4.4.2 Aggregated maps: Kilkeel's summary of spatial vulnerability	213
4.5.1 Analysis of adaptation measures encouraging community-based management	215
4.5.2 Survey of functional awareness of coastal risks	216

4.5.3	Survey of risk governance perceptions	216
4.5.4	Results	217
4.6	External socio-economical vulnerability	220
4.6.1	Mapping of institutional actors and processes	220
4.6.2	Results	222
5.	Discussion and conclusions	227
5.1	Methodological contributions.....	227
5.2	Method limits.....	228
5.3	Kilkeel's coastal vulnerability, after 4 decades of silence.....	230
	Acknowledgments.....	236
	References	236
	Appendix I. Coastal geomorphological classification	245
	References	248
	Appendix II. Coastline migration projection method: security margins for a precautionary approach	249
	II.1 Principles	249
	II.2 Assumptions	250
	II.3 Selection of an approach.....	251
	II.4 Precautionary-based method for coastline migration projection.....	252
	References	258
	Appendix III. Landward Accommodation Space	259
	References	260
	Appendix IV. Spatial vulnerability score calculations and formulas.....	261
	Appendix V. Exposed Population Estimate.....	263
	V.1. Background	263
	V.1.1 Objective	264
	V.2. Current population estimate	264
	V.2.1 Residential buildings located within 0-5 m.....	266

V.2.2 Permanent occupation of buildings	266
V.2.3 Mean household size	267
V.3 Future population estimate.....	268
V.3.1 Factor of future population evolution.....	269
V.4 Results.....	272
References.....	273
Appendix VI. Evaluation and calibration of asset vulnerability	275
VI.1 Vulnerability Factor 1: Hazard multiplicity	275
VI.2 Vulnerability Factor 2: Mislocation/maladaptation.....	275
VI.3 Buildings vulnerability	276
VI.4 Roads vulnerability.....	276
VI.4.1 Calibration for road classes	278
VI.4.2 Calibration for other utilities of roads	281
References.....	282
Appendix VII. Assessment of the adequacy of protection structures.....	283
VII.1 Context and approach.....	283
VII.2 Empirical adequacy	284
VII.2.1 Observations	284
VII.2.2 Definitions	285
VII.2.3 Temporal variability of adequacy and future conditions	286
VII. 3 Theoretical adequacy	286
VII.4 Methods	288
VII.5 Vulnerability to inadequacy of structures	290
References.....	291
VIII.1 Methods	292
VIII.2 Results.....	292
CHAPITRE 5 : DISCUSSION GÉNÉRALE.....	295
5.1 Rappel des contributions et limites.....	295

5.1.1 Contributions scientifiques	295
5.1.2 Limites	299
5.2 Mise en perspective	306
5.2.1 Perspective scientifique	306
5.2.1.1 Retour sur l'évaluation des perceptions.....	306
5.2.1.2 Retour sur les écoles d'évaluation de la vulnérabilité côtière	309
5.2.1.3 Retour sur les conceptions de la vulnérabilité	312
5.2.2 Perspective et portée sociale.....	315
5.3 Retour sur le cadre de recherche	318
5.4 Perspectives: Climat et vulnérabilité des communautés côtières.....	319
5.4.1 Climat : facteur de désastres.....	320
5.4.2 Climat : facteur d'identité culturelle.....	323
5.4.3 Climat : facteur institutionnel.....	326
5.4.4 Climat : facteur de perceptions.....	328
5.5 Perspectives: Continuum de gestion côtière adaptative à l'échelle locale.....	330
5.5.1 État de la situation par un diagnostic de vulnérabilité côtière intégrée à l'échelle locale.....	332
5.5.2 Gérer l'urgent et les besoins primaires: filet social et précautions.....	333
5.5.3 Sensibiliser à la résilience naturelle de l'écosystème côtier.....	337
5.5.4 Gestion collaborative et participation : coproduction d'un plan de gestion local et de règles d'aménagement.....	339
5.5.4.1 Défis et critiques : la clé de l'intention	340
5.5.4.2 Question de ressources : une juste autonomie pour un plan de gestion locale.....	342
5.5.4.3 Autonomisation et protection contre les catastrophes	345
5.5.5 La relocalisation stratégique : du mythe vers un changement voulu.....	348
5.5.6 Apprentissage collectif : suivi et ajustement des pratiques par réseautage	351

5.5.7 Succession de stratégies	353
CHAPITRE 6 : CONCLUSION GÉNÉRALE.....	357
6.1 Quantifier les perceptions des risques côtiers grâce à la conscientisation fonctionnelle.....	359
6.2 Perceptions de la gouvernance des risques: comment s'arriment les citoyens et les gestionnaires ?.....	361
6.3 Une nouvelle méthode diagnostique de vulnérabilité côtière intégrée	363
6.3.1 Contributions.....	366
6.3.2 Limites.....	367
6.3.3 Perspectives scientifiques.....	368
6.4 Retombées et perspectives pour les communautés : un pas vers la participation	368
6.5 Perspectives pour la gestion durable de l'environnement : en quête d'une volonté affirmée	370
BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE	373

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1. Illustration des sites d'étude	55
Figure 1.2. Organisation des contributions scientifique	61
Figure 1. Conceptual framework for assessing functional awareness of environmental risk.....	71
Figure 2. Location of study sites	73
Figure 3. Graphical reading key for comparative figures	82
Figure 4. Perception of general knowledge	86
Figure 5. Perception of environmental phenomena and of their trends	87
Figure 6. Concordance between perceived environmental trends and geoscience data	89
Figure 7. Perceptions of solutions and improvements	90
Figure 8. Multiple correspondence analysis (MCA).....	92
Figure A2.1. Variables of attitude towards risk governance – AVI	118
Figure A2.2. Variables of attitude towards risk governance – KIL.....	119
Figure A2.3. Variables of attitude towards risk governance – CHI.....	120
Figure A2.4. Variables of attitude towards risk governance – TOTAL	121
Figure A2.5. Variables of attitude towards decisional and responsible actors – AVI	122
Figure A2.6. Variables of attitude towards decisional and responsible actors – KIL	123
Figure A2.7. Variables of attitude towards decisional and responsible actors – CHI	124
Figure A2.8. Variables of attitude towards decisional and responsible actors – TOTAL	125
Figure 1. Ability-based framework of the contribution of perception to anthropogenic adaptive capacity to environmental changes and hazards in the context of climate change	133
Figure 2. Location of study sites	138
Figure 3. Managers sample	148
Figure 4. Preoccupations and importance of coastal zone	149
Figure 5. Satisfaction and preparedness.....	151
Figure 6. Attitude in environmental preoccupation answers	152
Figure 7. Decision and responsibility	154
Figure 1. Coastal hydrosedimentary units in Kilkeel area, Northern Ireland	183

Figure 2. Topology of coastal vulnerability diagnosis variables under 5 orders of classification	186
Figure 3. Methodological flow chart of coastal community integrated vulnerability diagnosis	187
Figure 4. Distribution of coastline evolution trends (% of coastline length)	198
Figure 5. Mean migration rate by coastal cell	199
Figure 6. Cumulative land and assets exposed	201
Figure 7. Mapping of landscape value surface density: example of aesthetical value, from Mill bay to Kilkeel	210
Figure 8. Overview of the coastal spatial vulnerability viewer	212
Figure 9. Spatial vulnerability factors by coastal cells for the Kilkeel area	214
Figure 10. Cross-actors analysis	223
Figure 11. Analysis of institutional process in terms of climate change/natural hazard/planning task covered	225
Figure 12. Synthesis of vulnerability factors for Kilkeel	231
Figure I.1. Coastal geomorphological classification	245
Figure II.1. Case types of future coastline position estimate under optimistic and pessimistic apprehended changes of regional coastal sedimentary balance	253
Figure II.2. Illustration of coastline linear projection	255
Figure II.3. Illustration of the security-margin based method for estimating the coastline position.	258
Figure V.I. Map of the match between electoral wards and coastal cells	265
Figure V.2. Proportion of secondary homes by ward in the Kilkeel area, based on the number of household spaces with and without usual residents	267
Figure V.3. Recent population evolution by ward in the Mourne area	271
Figure V.4. Aggregated Southern Coastal Mourne population evolution in the last decade	272
Figure V.5. Estimated number of people exposed currently (2006) and maximally in the future (2016, B2 scenario of coastline evolution)	273
Figure VI.1. World Bank data on Average and range cost of roads Works costs per km.	279
Figure VI.2. Selected road class divisions over the modeled distribution of rehabilitation costs, based on data from Archondo-Callao, R. (2000)	280
Figure VII.1. Example of inadequate protection at Killowen point A. Field picture. B. Floodmap excerpt and location	289
Figure VIII.1. Spatial vulnerability factors by coastal cells	293
Figure VIII.2. Mean cell vulnerability scores by vulnerability cluster	293
Figure VIII.3. Frequency distribution of cell-scale aggregated spatial vulnerability score	294
Figure 5.1. Continuum de gestion côtière adaptative	331

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1. Caractéristiques de la population côtière dans les sites d'étude	57
Table 1. Indicators of functional awareness of environmental risks.....	72
Table 2. Sample characteristics.....	80
Table 3. Selected statistical analysis for each group of variables	81
Table 4. Scores of functional awareness of each community	93
Table A2.1. Variables of socio-demographic profile.....	116
Table A2.2. Variables of attitude towards risk governance.....	116
Table A2.3. Variables of attitude towards decisional and responsible actors.....	117
Table 1. Indicators of citizen's attitude.....	136
Table 2. Indicators of citizens-managers coherence	137
Table 3. Terminological equivalences	140
Table 4. Cultural attitudes	152
Table 5. Scores of citizens affective context.....	155
Table 6. Scores of functional coherence	156
Table 1. Description of interviews.....	188
Table 2. External biophysical factors: Documentary analysis of evolution trends in Kilkeel.....	190
Table 3. Main community-based measures to manage and prevent coastal erosion and flooding impacts on built assets	218
Table I.1. Coastal classification legend	246
Table II.1. Event protection* (m) according to type of coast for Kilkeel.....	257
Table II.2. Width of coastline buffer used under 3 security-margin-based scenarios of coastline migration at selected time intervals	257
Table IV.1. Spatial vulnerability score calculations and formulas	261
Table VI.1. Descriptive statistics of paved road rehabilitation costs.....	280
Table VI.2. Road class ratio obtained from the modeled distribution of rehabilitation costs.....	281
Table VI.3. Thresholds for calibration of Emergency and Protection factors	282
Table VII.1. Reference table of adequate and maladapted structures according to the types of coast and the hazard occurrence.....	287

LISTE DES ENCADRÉS

Encadré 5.1 : Résumé des pistes de recherche (PR) identifiées.....	354
Encadré 5.2 : Synthèse des recommandations générales	355
Encadré O.1 : Résumé des pistes de recherche (pr) identifiées	498

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A – Liste des publications	411
ANNEXE B – Questionnaire multilingue complet.....	419
ANNEXE C – Lettre aux résidents côtiers en français, anglais et espagnol	437
ANNEXE D – Formulaire de consentement des résidents en français, anglais et espagnol	441
ANNEXE E – Certificat d'éthique étudiant.....	449
ANNEXE F – Supplément numérique relié à l'analyse des perceptions des risques côtiers	451
ANNEXE G – Réponse des éditeurs du <i>Journal of Global Environmental Change</i> 453	
ANNEXE H – Guide d'entrevue semi-dirigée auprès des gestionnaires	455
ANNEXE I – Lettre type de contact auprès des gestionnaires en français, anglais et espagnol	469
ANNEXE J – Formulaire de consentement des gestionnaires en français, anglais et espagnol	476
ANNEXE K – Supplément numérique relié à l'analyse des perceptions de la gouvernance des risques côtiers.....	484
ANNEXE L – Réponse de l'éditeur en chef du journal <i>Ecology and Society</i>	486
ANNEXE M – Commentaires des évaluateurs à propos de l'article sur la perception de la gouvernance.....	488
ANNEXE N – Supplément numérique relié au diagnostic de vulnérabilité intégrée des communautés côtières.....	496
ANNEXE O – Pistes de recherche (PR) identifiées	498

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

AA :	Atlantic Andalusia (Andalousie Atlantique)
ACC :	Adaptation aux changements climatiques
AONB :	Area of natural beauty (aire protégée pour sa beauté naturelle)
AVI :	Avignon, Québec, Canada
CC :	changements climatiques OU résidents côtiers, selon le contexte
CHI :	Chipiona, Andalousie, Espagne
CVI :	Coastal vulnerability index (indice de vulnérabilité côtière) (voir Thieler et Hammer-Close, 1999)
Comité ZIP :	voir ZIP
Dpt. :	Department (ministère)
DOENI :	Department of environment of Northern Ireland (ministère de l'environnement de l'Irlande du Nord)
DSAS :	Digital Shoreline Analysis System
EGSL :	Estuary and Gulf of St. Lawrence (Estuaire et golfe du Saint-Laurent)
EPR :	End-point rate (taux d'évolution du trait de côte ou de la ligne de rivage – voir le logiciel DSAS pour le détail)
EU :	European Union
FRQNT :	Fonds de recherche québécois sur la nature et les technologies
GIEC :	Groupe d'experts inter-gouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC en anglais)
GIS :	Geographical information system – Système d'information géographique (SIG)
GIZC :	Gestion intégrée des zones côtières
GPS :	Global positioning system
IPCC:	voir GIEC

ISCED :	International Standard Classification of Education – Classification normalisée internationale de l’éducation
ISCO :	International Standard Classification of Occupation – Classification normalisée internationale de l’occupation
KIL :	Kilkeel, Irlande du Nord, Royaume-Uni
LIDAR :	Light decteting and ranging
MCA :	Multiple correspondence analysis – Analyse des correspondances multiples
MRC :	Municipalité régionale de comté
NC :	résidents non-côtiers
NGO :	Non-governmental organization (organisation non-gouvernementale – ONG)
NI :	Northern Ireland
NISRA :	Northern Ireland Statistics and Research Agency
NSERC :	Natural sciences and engineering research council – Conseil de recherché en sciences naturelles et genie (CRSNG)
OCMA :	Journal of Ocean and Coastal Management
PR :	piste de recherche
SD :	standard deviation (écart-type)
UK :	United Kingdom (Royaume-Uni)
UNISDR :	Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies
UQAM :	Université du Québec à Montréal
UQAR :	Université du Québec à Rimouski
USGS :	United States Geological Survey
ZIP:	zone d’intervention prioritaire (comité)

CHAPITRE 1 INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, un enjeu majeur de changements côtiers s'est révélé à l'échelle mondiale, en raison de deux principaux aléas naturels d'origine hydrométéorologique : la submersion et l'érosion côtières. Du point de vue de la gestion durable (*sustainable management*), les impacts de ces deux aléas sont très variés et les méthodes d'évaluation de ces impacts et des solutions d'adaptation sont insatisfaisantes pour dresser un portrait utile et opérationnel de la vulnérabilité des communautés à ces aléas, en particulier en matière d'érosion côtière. L'état des connaissances sur divers aspects sera d'abord présenté : l'aléa de submersion et les changements climatiques, l'aléa d'érosion, l'approche de la perte de terrain pour en évaluer les impacts, une revue des évaluations écosociosystémiques de la vulnérabilité à l'érosion côtière et certains enjeux d'adaptation et de gestion à considérer. Fort de cet état des connaissances, nous poserons le cadre de recherche : la problématique et les questions de recherche, le sujet de recherche, les hypothèses de recherche, l'objectif général et les spécifiques, les sites d'étude, les retombées attendues, les limites principales, les motivations scientifiques et sociales, le cadre éthique et l'organisation de la thèse.

1.1 L'aléa de submersion côtière et les changements climatiques

Il existe une littérature abondante concernant l'aléa de submersion côtière, ses causes et son estimation. La submersion côtière se définit comme un phénomène naturel durant lequel le littoral est temporairement inondé par la mer au-delà du niveau prévu de la marée haute astronomique en milieu naturel ou, en milieu artificialisé, au-delà de la hauteur de la première ligne de structures de protection côtière (Sallenger Jr, 2000). À l'origine de ce phénomène, ce sont les événements extrêmes, en particulier

les cyclones, qui gonflent les niveaux d'eau au-delà des marées prévues, en raison de la dépression atmosphérique en leur centre. La configuration d'événement extrême survient lorsque les marées de vives-eaux sont synchrones avec une surcote de cyclone particulièrement fort, et que les vents sont dirigés vers la côte.

Dans l'Atlantique Nord, les études répertoriées par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sur les cyclones ont mesuré et prévu des changements dans leurs trajectoires, leur intensité et leur fréquence. Du côté de l'intensité, les ouragans de catégorie 4-5 ont augmenté au profit de ceux de catégorie 1 depuis les années 1970, de manière plus marquée depuis 1990-2000 (Feser et al., 2015; Webster et al., 2005). Leur potentiel destructeur (*destructiveness*) a ainsi plus que doublé depuis les années 1970, avec un seuil autour de 1990-2000 (Emanuel, 2005; Feser et al., 2015). Concernant la fréquence, l'activité cyclonique estivale a manifestement diminué au profit de l'activité hivernale (Jenkins et al., 2009). Les scientifiques s'entendent pour relier ces changements à une forte corrélation avec les températures de surface de l'océan de l'Atlantique Nord (Emanuel, 2005; Gulev et al., 2013). Ainsi, au niveau des projections, un déplacement plus au nord de l'activité cyclonique, en particulier durant l'hiver, est prévu au cours des prochaines décennies dans l'Atlantique Nord (e.g., Geng and Sugi, 2003; Wang et al., 2006; Zhang et al., 2004; Zwiers et al., 2013). Cela a aussi pour effet d'adoucir le régime d'énergie des vagues sur la côte andalouse atlantique (Losada et al., ca. 1998). Malgré cet adoucissement prévu, la probabilité conjointe de phases négatives de l'oscillation nord-atlantique combinées à de larges niveaux de vagues résiduels (SLres) provoque un risque de surcotes particulièrement dommageables pour cette région (Plomaritis et al., 2015).

Par ailleurs, en plus de l'activité cyclonique, les niveaux d'eau extrêmes augmentent aussi en même temps que le niveau marin relatif mondial (Obeysekera and Park, 2013; Tebaldi et al., 2012). Dans un passé récent, ce dernier a augmenté d'environ 21 cm entre 1880-2009, avec une tendance positive significative à $1,7 \pm 1,9$ mm/an depuis 1900 (Church and White, 2011). Depuis les années 1990, la vitesse s'est

accélérée jusqu'à un rythme variant entre $2,8 \pm 0,8$ mm/an et $3,2 \pm 0,4$ mm/an, respectivement selon la source des données *in situ* ou satellitaires (Cazenave et al., 2008; Church and White, 2006; Church and White, 2011; Holgate, 2004; Nicholls and Cazenave, 2010; Rahmstorf, 2012; Woodworth et al., 2009a). Les projections récentes indiquent une augmentation du niveau marin relatif mondial variant de 60 à 180 cm d'ici 2100 selon divers scénarios (Church et al., 2013; Horton et al., 2014; Jevrejeva et al., 2014; Nicholls and Cazenave, 2010; Parris et al., 2012; Slangen et al., 2014). Spatialement, un des foyers d'anomalie positive se situe d'ailleurs autour de l'Est canadien et de la côte est américaine, où le niveau attendu est de plus de 20 cm au-dessus des projections du niveau mondial, allant jusqu'à une variation nette de 75 cm sur un siècle dans le sud-est du Canada, alors que l'anomalie est nulle autour de l'Europe atlantique, sauf à la pointe nordique de l'Irlande (Han et al., 2015; Slangen et al., 2012; Slangen et al., 2014). Bien que la tendance soit nette, il s'agit d'une des régions dans le monde où les projections comportent le plus de variations selon le choix des modèles climatiques (Little et al., 2015). Toutefois, une partie de l'incertitude est aussi due aux effets de la dernière déglaciation sur le continent, soit l'ajustement isostatique : au sud de l'estuaire du Saint-Laurent et dans les provinces maritimes canadiennes, le continent s'enfonce à une vitesse variant entre 0 et 30 cm/siècle en Nouvelle-Écosse et dans le détroit de Northumberland, augmentant d'autant le niveau marin relatif (Gehrels et al., 2004; James et al., 2014; Koohzare et al., 2006, 2008). Ces effets cumulés ont mené à l'enregistrement d'augmentations du niveau marin relatif d'environ 1 mm/an (10 cm/siècle) dans le golfe du Saint-Laurent dans la deuxième moitié du 20^e siècle (Koohzare et al., 2006, 2008). Ainsi, l'augmentation du niveau marin relatif affecte l'ensemble de l'Atlantique Nord, mais le golfe du Saint-Laurent s'est révélé être un foyer particulièrement important tant au plan des niveaux d'eau extrêmes qu'à celui de l'augmentation du niveau marin (Bernier and Thompson, 2006; Slangen et al., 2012; Thompson et al., 2009). En

conséquence, ces augmentations d'activité cyclonique et du niveau marin relatif sur les niveaux d'eau extrêmes augmentent directement l'aléa de submersion.

Ensuite, c'est par la notion de risque qu'on évalue les conséquences de l'aléa de submersion. La définition de risque naturel reconnue par la *Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies* (UNISDR) est « la combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences négatives » (UNISDR, 2009). En ce qui concerne le risque de submersion, la méthode classique d'évaluation des impacts directs combine la quantification de la superficie du terrain inondé d'après un modèle numérique d'élévation, la probabilité des niveaux d'eau extrêmes (somme de la marée et de la surcote), les projections du niveau marin et la valeur des enjeux soumis à cet aléa (Dawson et al., 2009; Hammond et al., 2015; Penning-Rowsell, 2015). Cette méthode basée sur les cartes de zones inondables et de risques d'inondation est recommandée par la *Directive européenne 2007/60/CE sur l'Évaluation et la gestion du risque d'inondation* et concerne autant les cours d'eau que les bords de mer (European Commission, 2007-11-06). Ainsi, la cartographie des risques de submersion est un outil répandu et somme toute normalisé, du moins en Europe. La principale limite de cette méthode classique concernait les effets de la variabilité du climat au cours des dernières décennies. En effet, la probabilité du risque de submersion est en changement constant vu les variations d'activité cyclonique et du niveau marin relatif décrites plus haut : la mise à jour fréquente de ces cartes est donc nécessaire. D'ailleurs, le développement de probabilités de rupture ou de dépassement (*overtopping*) des structures de protection côtière tenant compte des changements climatiques constitue un des axes majeurs de nouveaux développements (Gallien et al., 2014; Mehrabani et al., 2015; Naulin et al., 2010), intégrant l'effet du jet de rive (*runup*), alors que son omission sous-estime la superficie réellement inondée (Didier et al., 2015; Guimarães et al., 2015). À plus longue échelle, l'établissement de corrélations entre la submersion et les phases des grandes oscillations climatiques est à l'étude, tels l'oscillation nord-atlantique et le

patron est-atlantique pour l'Atlantique Nord (Plomaritis et al., 2011). Malgré le fait que ces nouveaux développements ne sont pas encore intégrés de manière homogène dans les cartes de submersion, la gestion du risque est grandement facilitée par l'accès à ces cartes. En somme, la modélisation de la submersion et ses effets sur les structures de protection côtière avance à grands pas, en intégrant de plus en plus l'effet des variations climatiques.

1.2 L'aléa d'érosion côtière : entre complexité et nécessité

Le deuxième aléa côtier majeur est celui d'érosion côtière. Il s'agit d'un phénomène aux causes multiples et sa modélisation s'avère d'autant complexe. En effet, en plus de l'aléa de submersion, les variations d'origine marine décrites ci-dessus entraînent une augmentation de l'aléa d'érosion côtière (Anderson et al., 2015; Leatherman et al., 2000) : les niveaux d'eau extrêmes, accompagnés de vents orientés vers la côte, entraînent un sapement (*wave action*) vigoureux par les vagues des portions sensibles du trait de côte. En outre, le sapement n'est pas un processus exclusif : en côte sédimentaire de faible granulométrie, le recul du trait de côte est surtout la conséquence de tous les processus d'origine continentale qui convergent vers la zone littorale, comme les glissements de terrain, les cycles gel-dégel, les processus éoliens, les processus subaériens dans les falaises, etc. (Bernatchez and Dubois, 2004; Del Río et al., 2013). Ultimement, le recul du trait de côte est donc un processus complexe, car il résulte de nombreux processus combinés.

L'évaluation de cet aléa a d'abord émergé autour de la notion de sensibilité (*sensitivity* ou *susceptibility*, généralement de manière interchangeable), soit la magnitude du recul potentiel pour une côte donnée (Barkwith et al., 2014; Woodroffe, 2007), un dérivé du concept géomorphologique de sensibilité du terrain ou du paysage (Bishop et al., 2012; Brunsden, 2001; Rosenfeld, 1977). La sensibilité côtière varie selon la nature du trait de côte, la zone climatique et le climat des vagues

(Barkwith et al., 2014). La sensibilité est typiquement maximale en présence d'une côte haute constituée de dépôts meubles ou de roche friable, en rupture de pente d'équilibre, en l'absence d'une zone intertidale suffisamment large pour freiner les vagues lors de niveaux d'eau extrêmes, et minimale dans les côtes basses, solides, avec une pente d'équilibre, et dotées d'une zone intertidale suffisante pour freiner les vagues générées lors de niveaux d'eau extrêmes (Gornitz, 1991; Thieler and Hammer-Klose, 1999). En d'autres mots, deux grandes catégories de côtes sont particulièrement sensibles à l'érosion côtière : les côtes basses et meubles (plages, marais maritimes, flèches et cordons, dunes, etc.) (Davidson-Arnott, 2005), ainsi que les côtes à falaise meuble ou friable (Ashton et al., 2011). La sensibilité à l'érosion côtière dépend également des paramètres climatiques dans la zone concernée : hormis pour les aléas d'origine sismique (séismes, tsunamis), ce sont les conditions hydrométéorologiques (précipitations, température, conditions de vagues et de glace de mer, dessiccation, vent), qui activent ou freinent les processus d'érosion (Bird, 2007). Ainsi, en contexte de changements climatiques, l'évaluation de l'aléa d'érosion côtière doit intégrer toute la complexité de la sensibilité au recul côtier et tenir compte tant des processus d'érosion marins que terrestres (Passeri et al., 2015).

Cette complexité ne devrait pas constituer un frein à son intérêt scientifique, car ses impacts sur les territoires sont importants et répartis partout autour du monde. En effet, des reculs maximaux de plusieurs mètres par année ont été enregistrés à de multiples endroits dans le monde, surtout sur des marges continentales passives : tant en région bordelaise (9,6 m/an: Aubie and Tastet, 2000), dans l'est de l'Angleterre (3 m/an : Halcrow, 1988 in Thomalla and Vincent, 2003), en Guinée-Bissau (2,3 m/an : Faye, 2010), en Nouvelle-Zélande (15 m/an : Gibb, 1988 in Dunn and de Lange, 2003), sur la côte est américaine (4 m/an : Smith et al., 2008), dans les maritimes canadiennes (2,4 m/an : Daigle et al., 2006) que dans l'est du Québec (2 m/an: Bernatchez and Dubois, 2004). Si l'importance de l'enjeu est évidente, d'où viennent les limites à l'étude des impacts de l'érosion côtière ?

1.3 L'approche par la perte de terrain pour évaluer les impacts de l'érosion côtière

Dans la foulée des projections du rehaussement marin mondial décrites ci-haut, de nombreuses études ont eu pour but d'en évaluer les impacts, mais dans les faits, cet objectif a été limité à la submersion à de multiples reprises (Eliot, 2012; Karim and Mimura, 2008; Snoussi et al., 2008). Même des études toutes récentes considèrent l'érosion comme un fait contextuel au sein d'une évaluation des effets de l'augmentation du niveau marin (Neumann et al., 2015). Néanmoins, en parallèle, une certaine prise de conscience souligne l'importance de considérer les variations du trait de côte dans les risques côtiers (Passeri et al., 2015). D'où vient cette prise de conscience tardive ? Certes, le contexte politicolégal entre en jeu. Par exemple, il n'existe pas de directive européenne concernant l'érosion côtière à ce jour, contrairement à la submersion. Cependant, comme la science est le plus souvent en amont des politiques publiques, le problème majeur se situe ailleurs, soit sur le plan méthodologique : comment réaliser l'évaluation de l'érosion côtière et projeter ses impacts sur les communautés côtières en contexte de changements climatiques ?

Dans la littérature scientifique, l'approche principale d'évaluation des impacts de l'érosion côtière est basée sur la quantification de la perte de terrain, qu'elle soit modélisée ou empirique, mais elle est insuffisante. En effet, ayant prévalu durant les années 1990, cette approche a été développée sur une base de modélisation 2D de la migration côtière, soutenue par la règle de Bruun (Bruun, 1962; Schwartz, 1967), en calculant le recul de la côte d'après une augmentation du niveau marin, dans une relation linéaire de conservation du volume sédimentaire. L'équation de base a été modifiée dans le temps, notamment par Hands (1983), qui a entre autres intégré la distribution de tailles de sédiments, et par R.N. Dubois (1992; 2001), pour améliorer le rôle des vagues devant les îles barrières et la géométrie de l'estran à l'équilibre. Elle a été critiquée à de nombreuses reprises (Cooper and Pilkey, 2004; Thieler et al., 2000), autour de trois problèmes principaux :

- La *sursimplification* – Cette approche a été développée pour des côtes basses et meubles avec une composante de transport sédimentaire perpendiculaire dominante. Or, en situation réelle, l'hydrodynamique est plus complexe, elle comprend des courants de dérive littorale, des processus éoliens, etc. (Davidson-Arnott, 2005). Le recul du trait de côte est une résultante complexe dont les poids relatifs des causes sont difficiles à discerner. Il est simpliste de projeter la variabilité des taux d'érosion seulement en fonction d'une seule cause comme le rehaussement des niveaux d'eau extrêmes.
- La *sous-estimation des taux* – Si cette simplification est peut-être vraie dans certains pays où les processus d'érosion terrestres sont peu affectés par les tendances climatiques, elle entraîne un risque sérieux là où ce n'est pas le cas : celui de sous-estimer les taux de recul futurs et donc la largeur des zones à risque. D'ailleurs, l'absence de validation de la méthode est une des critiques les plus virulentes de Ranasinghe and Stive (2009), allant jusqu'à recommander de l'éviter en contexte d'aménagement du territoire côtier. Dans la même idée, Thieler et al. (2000) suggèrent que la clé se trouve plutôt dans une calibration régionale ou même locale des profils de plage.
- L'« *inopérabilité* » – Dans les années 2000, la recherche a démontré que cette règle est désuète et ne s'applique pas dans des milieux réels, non linéaires et de grande géodiversité (Cooper and Pilkey, 2004).

D'autres ont continué à repousser les limites de la modélisation, même encore récemment comme dans l'article de Rosati et al. (2013), pour mieux intégrer diverses formes de transport sédimentaire perpendiculaire à la côte, notamment le franchissement (*overwash*) et les processus éoliens, en relation avec les conditions météomarine et le degré d'équilibre du profil littoral. Toutefois, à ce jour, les meilleurs modèles comptent encore une dominance de variables océaniques comme facteurs guidant les variations sédimentaires (vagues, marées, niveaux de surcotes)

pour prédire la position du sommet des falaises (Dawson et al., 2009). Ainsi, la sursimplification et la sous-estimation des taux sont des limites toujours d'actualité. Des études récentes réparties autour de la planète utilisent la règle de Bruun modifiée, comme en Estonie (Kont et al., 2008).

En réponse aux limites de la modélisation, un autre courant méthodologique empirique prévaut actuellement dans le champ des recherches côtières pour quantifier la perte de terrain due à l'érosion côtière, basée sur des mesures historiques du taux de migration du trait de côte. De manière générale, les données brutes proviennent de couvertures aériennes, de cartes anciennes ou d'images satellitaires du dernier siècle ou avant, et à la suite d'une numérisation de la ligne de rivage, l'utilisation de la barre d'outils *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) pour ArcGIS, produite par USGS, permet de calculer les taux de migration pour les différents intervalles entre les couvertures (Benavente et al., 2006; Thieler et al., 2009). Parmi ceux-ci, on trouve des exemples surtout en milieu de falaises, tant au Royaume-Uni (Brooks and Spencer, 2012), qu'en Espagne (Del Río et al., 2013), au Portugal (Cenci et al., 2015), qu'au Danemark (Kabuth and Kroon, 2014). D'autres préfèrent l'approche du bilan sédimentaire basé sur des profils de terrain au DGPS (Young et al., 2014), afin de transformer les taux d'évolution en volumes sédimentaires. Cependant, il s'agit d'une approche appropriée uniquement pour des études restreintes dans l'espace et le temps, car elle ne peut couvrir que quelques kilomètres à la fois en raison de l'ampleur considérable des activités de terrain nécessaires pour l'acquisition de données. Dans tous les cas, que ce soit à partir d'images ou de mesures *in situ*, l'échelle des données de recul est calculée autour de la dizaine de mètres, comme Brooks, (2012) qui utilise des transects à chaque 10 m. Les avantages d'utiliser des taux empiriques sont la rapidité et la répétabilité d'exécution, mais il réside une limite certaine dans la disponibilité et la résolution et précision de la géorectification des cartes anciennes, photographies ou images utilisées. En précisant les limites et

incertitudes, il s'agit néanmoins d'un compromis prometteur pour obtenir des taux d'évolution empirique.

Une fois ces taux empiriques acquis, certains les projettent dans le futur de manière linéaire ou sous divers scénarios d'accélération du niveau marin. Les principaux modèles de projection sont dérivés de la règle de Bruun (Schwartz, 1967), du modèle de Sunamara (1988) et du modèle SCAPE (Soft Cliff And Platform Erosion - Walkden and Dickson, 2008). Plusieurs sont bien résumés et illustrés dans les articles de Brooks et Spencer (2012) et de Youg et al. (2014), qui ont peaufiné les équations. On trouve aussi les modèles validés empiriquement orientés vers les processus-réponses en milieu de falaises (Castedo et al., 2013; Castedo et al., 2012; Hackney et al., 2013), en milieu dunaire (Ollerhead et al., 2013) ou pour les côtes rocheuses peu résistantes (Walkden and Hall, 2011). En plus des taux historiques de migration du trait de côte, tous intègrent plusieurs paramètres de géométrie et sédimentologie de l'estran (longueur de l'estran, profondeur de fermeture '*closure depth*', proportions cumulées de sables et graviers, etc.), du trait de côte (hauteur du trait de côte), ainsi que les données historiques et futures de niveau marin.

De manière générale, cette approche empirique pose cependant deux problèmes principaux, soit la sursimplification et l'incertitude.

- La *sursimplification* – Comme dans l'approche de modélisation, la première limite est de sursimplifier la migration côtière en utilisation des variables essentiellement maritimes; dans la mesure où le niveau marin n'est pas la cause exclusive de la migration côtière, il faudrait intégrer davantage de paramètres concernant les processus d'érosion terrestres pour établir la fonction de réponse du trait de côte. Mais surtout, en conjugaison avec les autres processus d'érosion d'origine terrestre décrits plus haut, les recherches des dernières années ont aussi révélé d'importantes perturbations de la dynamique naturelle induites par les structures de protection, principalement par la réduction de la

largeur et de l'épaisseur des plages (Bernatchez and Fraser, 2012; Cooper and Pilkey, (eds.) 2012). L'intégration de ces facteurs anthropiques dans la migration côtière est loin d'être au point. D'une part, Young et al. (2014) mentionnent l'impact des structures, mais ne l'intègre pas dans ses projections. D'autre part, même la revue exhaustive de Le Cozannet (2014) sur les méthodes d'évaluation du trait de côte omet de parler des impacts des structures de protection, qui pourtant, changent toute la dynamique de déferlement sur les estrans (Gallien et al., 2014) et d'écoulement dans les falaises (Dawson et al., 2009). L'absence de paramètres anthropiques dans les équations de modélisation révèle que les projections sont faites à partir de l'hypothèse selon laquelle les côtes répondront de manière naturelle; cependant, la plupart des sites où les enjeux sont importants ont déjà un « héritage d'adaptation » ayant modifié la dynamique naturelle. De parfaits exemples au Québec comprennent Sept-Îles (Côte-Nord) et Maria (baie des Chaleurs), où les structures de protection ont drastiquement changé la dynamique d'origine (Bernatchez and Fraser, 2012; Bernatchez et al., 2011). Ainsi, concrètement, toutes les côtes qui sont déjà dotées de structures ne peuvent donc être facilement l'objet de telles modélisations.

De surcroît, les actions anthropiques agissent elles-mêmes comme agent de modification des aléas côtiers. En effet, des études récentes ont montré que la présence des structures de protection visant à freiner l'érosion a un effet pervers : elle augmente la cote d'inondation de manière locale (Bernatchez and Fraser, 2012; Chini and Stansby, 2014; Gallien et al., 2014; Mehrabani et al., 2015). L'origine de cet effet provient d'une plus grande réflexivité des vagues sur des murs et murets verticaux de matériaux imperméables, la hauteur des plages est abaissée. Ensuite, la force de friction à l'interface eau/sédiment est réduite, car la surface est plus près de l'horizontale. C'est ainsi que les vagues atteignent la côte avec davantage d'énergie : une simple rampe d'accès à la

berge devient alors une rampe de propulsion des vagues, qui déferlent enfin sur l'arrière-plage ou l'arrière-dune, bien au-delà de la cote maximale de submersion prévue (Peng and Zou, 2011; Van der Meer et al., 2009). Il réside donc une interaction entre l'érosion et la submersion côtières, par le biais des structures de protection, et continuer de négliger la présence de ces dernières dans les projections constitue une aberration.

De récentes avancées aux Pays-Bas suggèrent qu'il est possible d'intégrer la présence des structures dans le modèle XBeach de submersion, en tant qu'élément statique et infiniment résistant pouvant créer des effets de bout (De Vries, 2011). Cependant, ce n'est pas le cas pour leur intégration dans le risque d'érosion dans un contexte où la gestion de la protection côtière incombe aux différents propriétaires côtiers (plutôt qu'à l'État), comme au Québec, car :

- 1) la fine résolution spatiale des structures de protection privées, typiquement de 5, 10, 15 m de long à plusieurs endroits, échappe aux mailles fines de modélisation;
- 2) la quantification de leur résistance propre et des conditions de démembrement en présence de niveaux d'eau extrêmes, selon différentes conditions de vagues, représente un travail démesuré pour l'instant, vu la diversité et l'hétérogénéité des matériaux utilisés.

Dans tous les cas, ce contexte d'interactions complexes produisant l'érosion côtière souligne donc l'importance de mieux étudier l'évolution de ses causes et de ses conséquences. Finalement, le rôle du dragage est aussi déterminant dans le bilan sédimentaire et influence l'évolution du trait de côte, comme ce fut le cas à San Francisco (Dallas and Barnard, 2011).

- *L'incertitude* – Deuxièmement, il existe aussi une limite d'incertitude quant aux projections des taux de migration du trait de côte ou de la ligne de rivage. En effet, les données disponibles dans la vaste majorité des sites côtiers n'ont

pas la fiabilité escomptée (Le Cozannet et al., 2014) : la calibration de la fonction de réponse du trait de côte dans le futur dépend de la qualité des données du passé. Les séries temporelles discrètes, de faible taille (n) et distribuées inégalement dans le temps sont plutôt la norme que l'exception. C'est insuffisant pour établir la position du trait de côte avec un grand niveau de probabilité et de confiance. Devant ce constat, c'est la notion même de risque qui est remise en cause. En effet, comme défini plus haut, le risque est basé sur une probabilité d'occurrence d'un aléa. Or, cette impossibilité de fournir une probabilité fiable de position du trait de côte torpille les efforts de quantification du risque dans sa conception traditionnelle.

En attendant l'acquisition de séries temporelles suffisantes pour calibrer les fonctions de réponse des différents types de côte et quantifier le risque, c'est l'approche empirique, guidée par un principe de précaution, qui est généralement acceptée pour la quantification de la perte de terrain, voire l'utilisation de multiples méthodes pour en arriver à divers scénarios (Castedo et al., 2015).

Dans cette lignée, une dernière approche novatrice à mentionner est celle d'une prédiction de l'érosion grâce à un réseau bayésien de variables (Gutierrez et al., 2014). Basée sur des données empiriques, cette approche a le potentiel de dépasser plusieurs des limites pour fournir une prédiction du comportement futur du trait de côte. Toutefois, dans le rapport de Gutierrez et al. (2014) aux États-Unis, seules des variables biophysiques ont été utilisées et les scores de prédiction sont loin d'être convaincants pour la région de la côte est américaine (en subsidence), ni celle de l'Alaska (avec une dynamique saisonnière marquée). Ces deux régions présentent des problématiques qu'on retrouve dans l'est du Canada et une copie de la démarche risque donc de donner des résultats très insatisfaisants. Toutefois, en améliorant la sélection des variables et en introduisant des facteurs anthropiques, il serait possible d'améliorer la précision de la prédiction.

Une fois les taux d'évolution obtenus, une majorité d'études attribue ensuite une valeur économique aux terrains concernés, selon leur usage du territoire (Dawson et al., 2011; Dawson et al., 2009; Sanchez-Arcilla et al., 2007). Cependant, cette finalité constitue une vision unidimensionnelle des impacts de l'érosion côtière. Dans le contexte d'un environnement dont l'équilibre dynamique est en transition en raison des changements climatiques, non seulement la valeur des terrains, mais l'organisation sociale et les services environnementaux sont aussi bouleversés par l'augmentation des aléas côtiers (Orford et al., 2007). C'est donc toute une diversité d'impacts de l'érosion côtière qui devrait être considérée dans une perspective d'évaluation d'impacts à la fois plus complexe et plus fiable.

1.4 Pour une évaluation écosociosystémique des impacts de l'érosion côtière

L'évaluation des pertes économiques associées au recul de la ligne de rivage omet une grande diversité d'impacts indirects qui méritent d'être considérés dans une perspective écosociosystémique (*social-ecological*) (Meur-Férec, 2006), c'est-à-dire d'un point de vue qui allie le souci de l'environnement (milieu biophysique) et le mieux-être de la société (milieu humain).

1.4.1 Impacts sur le milieu biophysique

Les impacts sur le milieu biophysique sont divisés en deux grandes catégories : les impacts physiques et les impacts sur le vivant.

1.4.1.1 Impacts physiques

Du côté des impacts physiques, l'écogéomorphologie des côtes est modifiée par les changements climatiques. En particulier, à l'échelle locale ou régionale, les principaux vecteurs de changements des écosystèmes côtiers sont le transport

sédimentaire, les tempêtes et les apports d'eaux douces (Day et al., 2008). Dans une perspective d'aléas naturels, les milieux côtiers fournissent essentiellement des services de régulation des écosystèmes, dont la réduction de l'érosion et des dommages issus des aléas naturels font partie (Arkema et al., 2013; Millennium Ecosystem Assessment, 2005), bien que les habitats côtiers ne représentent pas une protection absolue contre les catastrophes naturelles (Feagin et al., 2010). Toujours est-il que le principe de cette régulation est que la côte est un milieu de transition (écotone) (Jiang et al., 2012; Ray and Hayden, 1992) : d'un côté, elle absorbe l'énergie provenant de la mer et protège le continent de l'action des vagues et des niveaux d'eau, et de l'autre côté, elle tempère les sorties continentales qui se vident dans la mer. L'ampleur des changements dépend de l'équilibre entre le stress sur le milieu et sa capacité à l'absorber et à s'en remettre – autrement dit la *résilience naturelle* ou *écologique* (Adger, 2000; Adger et al., 2005b; Berkes, 2007; Cutter et al., 2008; Décamps, 2007; Djalante et al., 2013; Holling, 1973). Les stress en milieu côtier représentent les tendances décrites dans la première section : l'augmentation de l'énergie touchant la côte sur une base annuelle, que ce soit par adoucissement hivernal et réduction du couvert de glace, hausse du niveau marin, augmentation de la virulence des tempêtes et activation des processus de météorisation subaériens. Tous ces événements déstructurent le milieu physique et, selon la fréquence des événements stressants, les impacts seront temporaires ou permanents : la côte aura ou non le temps de se restructurer et revenir à son état d'équilibre initial, comme le soulignent des modèles conceptuels d'évolution comme ceux de Pethick and Crooks (2000).

Elle dépend de l'ampleur des pressions comparativement à la résistance du milieu. Par exemple, si l'augmentation d'ouragans de classe 4-5 dans l'Atlantique Nord augmente la récurrence des événements extrêmes dans le golfe du Saint-Laurent, les marais maritimes, meubles et très réactifs, auront tendance à réduire leur superficie de schorre supérieur (Emanuel, 2005; Xu et al., 2006) ou à migrer vers l'intérieur des

terres (Wasson et al., 2013). Ils sont d'ailleurs de bons indicateurs des changements environnementaux (Wasson et al., 2013). Ainsi, en contexte de changements dans la fréquence et l'intensité des événements stressants, la perturbation de la régulation du milieu physique est l'impact physique principal. Cette perturbation pourrait être transitoire et mener vers un nouvel équilibre dynamique avec une capacité de régulation différente.

La majorité de la littérature scientifique disponible à ce sujet concerne surtout les milieux humides côtiers, en particulier le stockage du carbone (Hansen and Nestlerode, 2014; Sutton-Grier et al., 2014; Walker et al., 2003). Pour les autres types de côtes où ce n'est pas tant la végétation que l'hydrodynamique qui importe dans la régulation de l'écosystème, ces fonctions commencent à être reconnues du point de vue économique (Barbier, 2012), mais le pont entre l'évolution des aléas et les services écosystémiques de régulation mériterait davantage d'investigation. Pour évaluer la perturbation des fonctions de régulation, il apparaît cependant cohérent de documenter les pressions exercées sur le milieu, la géodiversité du milieu et les interférences anthropiques dans cette transition.

1.4.1.2 Impacts sur le vivant

Du côté du vivant, les changements climatiques affectent un vaste spectre de biodiversité dans les côtes basses, notamment des espèces ancrées sur le substrat, comme les balanes (Mieszkowska et al., 2006), les lichens ancrés sur les côtes rocheuses (Rodnikova, 2012), tout autant que la végétation des dunes côtières (Miller et al., 2010). Les plages dissipatives sont généralement plus riches que les plages réflexives (Bergamino et al., 2011). Les milieux humides côtiers, tels les marais maritimes, sont reconnus comme des foyers de biodiversité, mais ce sont aussi des habitats particulièrement sensibles aux variations environnementales (Hansen and Nestlerode, 2014; Sutton-Grier et al., 2014; Van De Pol et al., 2010). En contexte

boréal, l'adoucissement hivernal qui réduit le couvert de glace force les phoques à s'approcher des habitations pour mettre bas, ce qui augmente les contacts avec des prédateurs et réduit les chances de survie (Johnston et al., 2012). En côte à falaises, non seulement la zone intertidale, mais aussi le trait de côte en tant que tel peuvent constituer un habitat (Rees et al., 2014). Par exemple, certaines falaises ayant des horizons sableux servent d'aire de nidification pour certaines espèces d'oiseaux comme les hirondelles. Plusieurs espèces nichent aussi dans les falaises de craie. En résumé, le contexte de transition physique entraîné par les changements climatiques entraîne une longue liste d'impacts à quatre niveaux principaux : physiologique (ex. tolérance aux variations de température, d'oxygène et de carbone dissous), comportemental individuel (ex. migration pour éviter des conditions défavorables), populationnel (ex. changement des patrons de dispersion des larves et de bilan de population) et écosystémique (variations de productivité et dans la chaîne trophique) (Pörtner and Peck, 2010). Finalement, le rôle protecteur de la végétation comme « bouclier contre la mer » pour les habitats naturels ou humains contre les risques côtiers est souligné à maintes reprises (Arkema et al., 2013; Gedan et al., 2011). Ainsi, les impacts sur le milieu vivant sont nombreux. Par ailleurs, à l'échelle écosystémique, les facteurs clés de la résilience des écosystèmes marins et côtiers faisant face aux changements climatiques sont de trois ordres : diversité, connectivité, capacité d'adaptation (Bernhardt and Leslie, 2013; Jiang et al., 2012; Walker et al., 2003). La réduction de ces facteurs est déterminante dans le niveau de vulnérabilité. Dans une démarche d'évaluation locale, établir un inventaire de diversité, connectivité et capacité d'adaptation pour chaque type de côte ancré à l'échelle locale serait idéal pour évaluer l'ensemble des impacts sur le vivant. Par contre, cela nécessite des ressources substantielles, en particulier dans un endroit où la géodiversité est importante. La cartographie des foyers de biodiversité apporterait déjà une information vitale et diverses méthodes sont disponibles : par imagerie satellite (Landi et al., 2014; Li et al., 2014; Shalaby and Tateishi, 2007), LIDAR

(Chust et al., 2010) ou cartographie participative (Brown, 2006). Cette dernière technique est particulièrement intéressante pour impliquer la population dans la démarche.

1.4.1.3 Le potentiel de l'approche multicritères pour l'évaluation des impacts biophysiques

Au sein d'études sur les risques naturels, la manière la plus commune d'évaluer les impacts sur le milieu vivant et le milieu biophysique est issue de l'économie. Il s'agit de la valorisation des services écosystémiques (Barbier, 2012; Barbier et al., 2011; Costanza et al., 2014; da Silva et al., 2014; Guerry et al., 2012; Levrel et al., 2012; Malone et al., 2014), par exemple dans le cadre d'études coûts-avantages de différentes solutions de protection côtière (Penning-Rowsell et al., 2013; Roebeling et al., 2011). Ces évaluations économiques constituent un courant de recherche en soi. Une étude serait nécessaire pour obtenir un inventaire juste des services pour chaque type de côte et pour calibrer les coûts. Dans un contexte de gestion côtière sur la base des unités hydrosédimentaires, où une grande géodiversité est présente au sein d'une même unité, une telle démarche de valorisation est pertinente, mais nécessite des ressources importantes.

Toutefois, une manière indirecte, tout aussi pertinente, mais plus rapide d'estimer l'ampleur des impacts réside dans l'approche multicritères. Partant de l'hypothèse qu'ultimement la présence d'habitats et d'espèces dépend essentiellement du type de côte concerné et du climat, donc de la géodiversité dans une unité côtière et des pressions sur le milieu (changements régionaux, interférences anthropiques), il serait possible de généraliser les impacts à partir des types de côte à l'intérieur d'une unité côtière. Identifier les zones protégées pourrait servir à rehausser la valeur de certaines zones en particulier. D'ailleurs, les classifications environnementales des milieux, comme les sites « Natura 2000 en mer » en Europe, constituent un indicateur indirect

de valeur écologique tout indiqué pour l'évaluation des impacts (European Commission, 2007). Pour placer dans l'espace ces enjeux, une approche de cartographie participative est prometteuse (Brown and Reed, 2009). De plus, il serait possible de constituer une banque d'information sur les impacts des changements côtiers sur le milieu en adoptant une perspective d'évaluation multicritères de premier ordre (de type *rapid appraisal*) documentant 1) la géodiversité (Gray, 2003), 2) les changements régionaux, 3) l'interférence anthropique dans ces changements, mais aussi 4) la présence d'une certification de protection environnementale de certains segments. Dans un deuxième temps, ces informations pourraient être transformées en services écosystémiques par transfert de bénéfices à partir d'une banque de données de valeurs économiques. Somme toute, l'approche multicritères présente un potentiel intéressant pour l'évaluation des impacts biophysiques.

1.4.2 Impacts sur le milieu humain : le défi de la synchronisation

Les retombées de la perte de terrain sur le milieu humain comprennent quatre groupes : les enjeux bâtis, les impacts sociaux, les enjeux de gestion communautaire et les autres aspects intangibles ou esthétiques. Ils sont généralement évalués de manière complètement différente.

1.4.2.1 L'importance du dénombrement des enjeux bâtis

Parmi les enjeux bâtis, on distingue les bâtiments et les réseaux. En premier lieu, la quantification du nombre de bâtiments en zone à risque est de mise dans l'évaluation d'impacts et on utilise généralement la valeur foncière ou du marché des bâtiments (Bernatchez et al., 2015; Dawson et al., 2009). Les bâtiments peuvent être classés en plusieurs catégories : les bâtiments d'intérêt privé (résidences permanentes, chalets, roulottes, cabanon, fermes, commerces, usines, etc.) et ceux d'utilité collective (foyers de personnes âgées, les installations de transformation d'électricité, hôpitaux,

écoles, mairies, etc.). L'importance de ces bâtiments pour une communauté est très variable et certains bâtiments ont une valeur stratégique, notamment en situation d'urgence : leur valeur va bien au-delà de la valeur marchande de l'édifice. Le dénombrement de tous les bâtiments exposés et la valorisation particulière des bâtiments stratégiques représentent une approche prometteuse.

En deuxième lieu, les réseaux doivent être dénombrés (longueur par zone concernée) et leur diversité doit être évaluée. Les principaux types de réseaux sont les suivants : les réseaux de transport (routier, ferroviaire, portuaire, pistes cyclables), les réseaux d'énergie (électricité, gaz naturel, etc.), les réseaux sanitaires (aqueduc, égout, drainage pluvial, etc.). Certains sont interdépendants, comme un réseau de distribution de gaz naturel qui a besoin d'électricité pour fonctionner. Cette interdépendance, avec les cascades d'impacts que ça peut provoquer en situation d'urgence, est importante dans l'étude de la vulnérabilité à certains risques naturels (Robert and Morabito, 2010).

Parmi ces dépendances entre enjeux bâtis, un des défis particuliers en zone côtière concerne les accès aux bâtiments côtiers en situation d'urgence. En effet, l'existence d'une voie de contournement ou, à l'opposé, d'un effet « cul-de-sac » pour desservir un hameau de bâtiments changera la valeur des certains segments routiers. La valeur stratégique est variable et la voie de contournement est donc un facteur important de réduction de la vulnérabilité. Finalement, des infrastructures bâties peuvent aussi avoir des rôles secondaires de protection contre les risques. C'est le cas de plusieurs infrastructures routières situées en première ligne et qui protègent indirectement certains bâtiments ou infrastructures.

Il existe peu d'études spécifiques à l'évaluation des enjeux bâtis en zone côtière, car leur dénombrement est généralement intégré dans des projets plus larges (e.g., Bernatchez et al., 2015; Meur-Férec et al., 2008). Une approche géomatique de dénombrement et de positionnement de ces enjeux constitue une étape essentielle

dans l'évaluation des impacts des risques naturels côtiers. Cependant, l'évaluation des enjeux bâtis doit être sensible non seulement au nombre, mais également à l'utilité stratégique de certains bâtiments ou réseaux. Dans une perspective d'évaluation d'impacts de premier ordre, les incontournables concernent donc les bâtiments stratégiques y compris ceux soutenant les réseaux vitaux et les voies terrestres d'évacuation.

1.4.2.2 Impacts socioéconomiques : la centralité des perceptions

Dans la littérature scientifique, les impacts socioéconomiques en zone côtière ont été étudiés par les sciences sociales du point de vue de quatre groupes principaux de facteurs discriminatoires de vulnérabilité face aux risques : les conditions de défavorisation, les impacts psychologiques et intangibles, et les facteurs reliés aux perceptions de risque.

Concernant les facteurs de défavorisation, la *Stratégie internationale de prévention des catastrophes* a d'abord établi un lien direct entre la pauvreté et l'ampleur des catastrophes, ce qui signifie que les groupes sociaux les plus défavorisés sont les plus touchés. On y préconise de miser sur le développement des communautés comme stratégie de prévention des catastrophes (UNISDR and UNDP, 2008). Ce courant d'étude sous l'angle des groupes sociaux a aussi révélé que les immigrants des communautés côtières sont plus vulnérables en raison de leur méconnaissance des risques locaux (Wang et al., 2012). Un autre aspect abordé dans la littérature est celui des inégalités sociales : dans un contexte d'investissement public pour la protection côtière, les recherches ont révélé une opposition d'intérêts entre les pertes économiques envisagées par les propriétaires côtiers et celles pour l'ensemble d'une communauté locale, voire d'une société. Des enjeux intergénérationnels ont également été relevés (Cooper and McKenna, 2008). Par contre, ce type d'étude consiste en une analyse sociologique avancée et dans les communautés rurales à

faible densité de population, il réside un certain danger éthique envers la conservation de l'anonymat advenant le dénombrement des quelques individus les plus vulnérables. Une approche d'estimation de la population exposée via les bâtiments résidentiels permettrait d'éviter cette trappe.

Deuxièmement, outre les impacts sur l'habitation et les conditions de vie matérielles face aux risques naturels, il existe une autre gamme d'impacts qui a été beaucoup moins étudiée : les impacts psychologiques et les impacts intangibles sur les communautés. En premier lieu, le concept de « solastalgie », le stress causé par les changements environnementaux (Albrecht, 2005), est apparu il y a une décennie et apparaît lentement dans les institutions de santé (Warsini et al., 2014). Il existe ainsi un fort lien entre l'état psychologique et les perceptions de risque en contexte de changements climatiques (Loewenstein et al., 2001; Peters and Slovic, 1996; Singelmann and Schafer, 2010). L'Association américaine des psychologues s'est d'ailleurs récemment intéressée aux impacts des changements climatiques, ce qui a donné lieu à plusieurs publications qui soulignent les multiples mécanismes de résistance au changement de comportement et la nécessité de la « littéracie écologique » (ou alphabétisme environnemental) afin d'améliorer la résilience individuelle face aux changements climatiques (Doherty and Clayton, 2011; Reser and Swim, 2011; Swim et al., 2009; Swim et al., 2011a; Swim et al., 2011b). Toutefois, en zone côtière, de telles études sont rares. Par exemple, du stress et de l'anxiété ont été attribués aux effets de l'érosion côtière dans certaines communautés côtières sur la Côte-Nord au Québec, parfois même accompagnés d'autres problèmes de santé comme les maladies cardiovasculaires (Brisson, 2009; Séguin Aubé, 2013). Les effets psychologiques des ouragans Rita et Katrina aux États-Unis ont été davantage documentés, où plus de la moitié des victimes interviewées démontraient des signes cliniques de dépression, dont les manifestations se font sentir avec un délai d'un ou deux ans (Singelmann and Schafer, 2010). L'étude des impacts psychologiques et sur la santé reliés aux risques côtiers est encore somme toute

marginale et principalement descriptive. Cette relation et sa place dans la gestion des côtes méritent d'être abordées plus systématiquement à l'échelle des communautés côtières.

Troisièmement, les impacts intangibles constituent un autre groupe d'impacts sur les communautés côtières (Dassanayake et al., 2013; Tunstall and Tapsell, 2007). Le plus documenté est sans contredit l'aspect esthétique du paysage, puisqu'il est utilisé dans les estimations de potentiel touristique, comme dans le cas des plages (Nohl, 2001; Somerville, 2003). Cependant, plusieurs autres aspects entrent dans ce groupe des impacts sociaux indirects. Pour n'en citer que quelques-uns, mentionnons :

- les questions de perte d'accès public et de lieux de récréotourisme, comme la possibilité réduite d'aller prendre une marche au pied des falaises lorsque la largeur des plages s'amenuise, qui elle-même sert de vecteur de santé au quotidien;
- les valeurs patrimoniales, culturelles ou historiques de certains écosystèmes côtiers, comme les marais du mont Saint-Michel en France (Lefevre, 2003).

Dans cette approche d'une gestion du paysage basée sur diverses valeurs, certains auteurs ont souligné la négligence des valeurs culturelles et spirituelles en milieu forestier (Laband, 2013). Des parallèles évidents sont à faire avec la zone côtière.

L'enjeu derrière ces impacts est le maintien de la qualité de vie des communautés malgré la modification du paysage (Agardy and Alder, 2005; Cox et al., 2006). Il est difficile d'évaluer cette qualité de vie dans son ensemble et encore plus son évolution. Des approches spatiales ont montré un potentiel intéressant pour y arriver. Ainsi, la cartographie participative de plusieurs couches d'information intangible permet de dresser un portrait spatial, sur la base d'une quinzaine de valeurs intangibles (esthétique, récréotouristique, utilité pour la santé, pour la biodiversité, etc.) (Brown, 2006; Brown and Raymond, 2007; Brown and Reed, 2009). À partir de ces couches d'information, il est possible d'attribuer des valeurs et de les confronter aux étendues

spatiales d'impacts projetés des aléas. Cette approche spatiale comporte la possibilité avantageuse d'inclure d'autres enjeux communautaires socioéconomiques dans un même cadre, comme les sites privilégiés par les principaux moteurs économiques dans une communauté.

Un quatrième et dernier courant d'étude relatif aux conditions socio-économiques en situation de risques naturels se situe en amont des impacts : celui des perceptions ou représentations citoyennes des risques (Hénaff and Philippe, 2014). D'un côté, les perceptions s'intéressent au « processus » cognitivo-affectif d'intégration des risques dans l'imaginaire individuel ou collectif, alors que les représentations touchent à la construction sociale de l'« objet » risque. Concrètement cependant, les deux expressions sont souvent mélangées ou utilisées de manière interchangeable. Ayant fait couler beaucoup d'encre depuis plusieurs décennies, l'étude des risques naturels sous l'angle des perceptions citoyennes trouve ses fondements dans la relation entre l'humain et un environnement incertain (Burton and Kates, 1964; Slovic, 1987). Du côté des zones côtières, les études de perceptions abordent des dimensions très diversifiées : autant la perception d'un risque spécifique (e.g. tsunamis: Bird and Dominey-Howes, 2008; inondations : Brilly and Polic, 2005), la réaction des communautés face à un événement spécifique (e.g. ouragan Lenny dans les Caraïbes : Jessamy and Turner, 2003), que le potentiel touristique sous divers scénarios de gestion d'une ressource (e.g. tourisme et gestion de l'habitat des tortues : Jones et al., 2011), les opinions face à diverses solutions de protection côtière (Koutrakis et al., 2011), et de plus en plus l'acceptabilité sociale de la relocalisation stratégique (Myatt et al., 2003; Roca and Villares, 2012). Toujours est-il que l'étude des perceptions est devenue un incontournable dans les approches multidisciplinaires de gestion intégrée des communautés côtières (e.g., évaluation de la vulnérabilité côtière : Hellequin et al., 2014; Meur-Férec et al., 2008).

En contexte de changements climatiques, deux innovations récentes au sujet des perceptions apparaissent pertinentes pour la gestion intégrée des zones côtières. La

première consiste à dépasser la description des représentations pour mesurer la convergence des représentations par rapport aux tendances ou mesures documentées par la science. Par exemple, en milieu côtier, Friesinger et Bernatchez (2010) ont comparé les perceptions de phénomènes environnementaux côtiers et leur tendance historique avec les données géoscientifiques. Cela ouvre la porte à l'utilisation des perceptions comme proxy des variations historiques d'aléas et s'inscrit dans le courant de la coconstruction des savoirs environnementaux (Girault, 2005). La seconde innovation vise l'amélioration de la prise de décision dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques, en identifiant les obstacles et les forces de la gouvernance à l'aide des perceptions. Par exemple, certains ont sondé les perceptions de la gouvernance dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques, comprenant la performance ou préparation institutionnelle, autant du point de vue des citoyens (e.g. politique publiques relatives aux changements climatiques : Arcos et al., 2011), que de celui des gestionnaires (Lemieux et al., 2013; Warren, 2010). Les études de ce courant menées en contexte côtier sont encore rares, en particulier celles concernant la comparaison des perceptions des citoyens et celles des gestionnaires.

Sous l'angle des impacts dans les communautés côtières, l'étude des perceptions a un potentiel intéressant pour documenter l'ampleur des impacts socioéconomiques attendus. D'une part, en contexte côtier, des perceptions citoyennes traduisent une sensibilisation réduite aux risques, elle-même associée à un contexte de vulnérabilité socioéconomique qui laisse la place à des impacts socioéconomiques importants en cas de catastrophe (Llasat et al., 2007). La « justesse » des perceptions pourrait donc servir à documenter le niveau de sensibilisation des citoyens aux risques côtiers et ainsi certains aspects de leur vulnérabilité socioéconomique. Au-delà de la sensibilisation des citoyens, la préparation institutionnelle est réputée pour limiter les catastrophes (UNISDR, 1994). Dans ce contexte, l'étude des perceptions de la gouvernance des risques pourrait donc contribuer à évaluer le niveau de préparation

institutionnelle face aux risques côtiers, du point de vue des citoyens et des gestionnaires. En somme, l'éventail des impacts sociaux des risques côtiers est vaste et encore peu étudié en comparaison avec les enjeux économiques directs de pertes de terrain.

1.4.2.3 Évaluation des impacts sur le milieu humain : l'art du multicritères

Du côté des méthodes d'évaluation des impacts socioéconomiques, l'éventail est aussi vaste que celui des impacts. Il passe de l'analyse statistique multivariée des données de recensement pour quantifier la proportion ou les facteurs associés aux groupes vulnérables (Boruff et al., 2005), à des sondages de perception des risques (Bird and Dominey-Howes, 2008; Brilly and Polic, 2005; Friesinger and Bernatchez, 2010) et de perception de solutions de gestion ou de performance institutionnelle (Myatt et al., 2003; Roca and Villares, 2012), à des études qualitatives d'impacts psychologiques (Brisson, 2009; Séguin Aubé, 2013). En dépit de la richesse des évaluations d'impacts ciblées sur l'une ou l'autre dimension de la question, concevoir une méthode d'évaluation globale, holistique, des impacts demeure un défi, en particulier l'intégration des impacts psychologiques et des rapports entre divers groupes sociaux, notamment les citoyens et les acteurs institutionnels. Pour aborder le défi, l'approche multicritères permet la meilleure inclusion de la diversité des impacts considérés et commence à faire ses preuves dans le domaine de la gestion intégrée de la zone côtière (Garmendia et al., 2010).

Une approche novatrice réside dans l'évaluation des dimensions humaines des services écosystémiques côtiers (Loomis and Paterson, 2014). Toutefois, pour les mêmes raisons d'exhaustivité des ressources requises que la valorisation des services écosystémiques, elle est peu vraisemblable dans une approche d'évaluation rapide. Par ailleurs, deux éléments apparaissent incontournables pour fournir un portrait global de la qualité de vie des communautés : l'intégration des perceptions citoyennes

des risques et un cadre conceptuel qui prévoit l'évaluation d'impacts tangibles et intangibles (Meur-Férec et al., 2008; Tunstall and Tapsell, 2007). Comparés aux autres éléments, tous deux comptent déjà des méthodes adaptées aux milieux côtiers, comme décrit plus haut, et s'inscrivent bien dans une évaluation centrée sur l'échelle des communautés. En outre, l'approche spatiale par cartographie interactive a aussi montré un potentiel pour créer des ponts avec l'évaluation des impacts environnementaux, économiques et sur les enjeux bâtis (Brown and Reed, 2009).

En somme, cette longue description des impacts sur le milieu physique et le milieu humain met en évidence l'aspect réducteur d'une évaluation d'impacts limitée à l'évaluation économique de la perte de terrain. Une alternative à cette vision réduite réside certainement dans le concept d'écosociosystème (Anderies et al., 2004; Décamps, 2007), où l'unité de base à l'étude se définit par l'environnement intrinsèquement relié au milieu humain, pour former un tout dynamique. Cette perspective écosociosystémique pourrait contribuer à fournir des outils d'aide à la décision qui intègrent une plus grande diversité d'impacts de l'érosion côtière (Meur-Férec, 2006). L'approche multicritères basée sur une cartographie des infrastructures et des valeurs du paysage, combinée à l'analyse des perceptions des risques et de la gouvernance des risques, a le potentiel de fournir un portrait rapide et diversifié des impacts tangibles et intangibles de l'érosion côtière sur les communautés, s'inscrivant dans une perspective de coconstruction des savoirs locaux. Outre les impacts, l'autre dimension à aborder en matière d'érosion côtière est celle des actions qui visent à réduire ces impacts, autrement dit l'adaptation des communautés.

1.5 Enjeux d'adaptation et de gestion : pour une perspective diversifiée et locale centrée sur la vulnérabilité

Face à la diversité des impacts de l'érosion côtière, une panoplie d'adaptations est possible et leur évaluation doit se mouler à cette diversité. Ces adaptations peuvent

être regroupées en deux grandes catégories : les solutions directes et les stratégies s'inscrivant dans le processus de gestion intégrée des zones côtières.

1.5.1 Solutions directes : l'importance d'intégrer la maladaptation

Les solutions directes, celles qui touchent le milieu physique ou les enjeux bâtis, visent à réduire l'exposition des enjeux, autrement dit à réduire le risque. Traditionnellement, il existe trois stratégies principales de cette nature en contexte de zone côtière : résister, s'immuniser, reculer.

- *Les stratégies de résistance* : Elles visent à conserver le trait de côte en place coûte que coûte pour maintenir l'intégrité des infrastructures, tant par des méthodes « rigides », que par de l'ingénierie « douce ». Les méthodes « rigides » comprennent les structures de protection qui rigidifient la ligne de rivage ou le trait de côte par l'emploi de murets, enrochements, digues, etc., toutes des mesures qui visent à stabiliser le trait de côte de manière statique. Ils entraînent par contre les problèmes d'amaigrissement des plages discutés précédemment (Bernatchez and Fraser, 2012; Cooper and Pilkey, (eds.) 2012). À l'opposé, les méthodes d'ingénierie « douce » (ou mobile) travaillent plutôt avec l'équilibre sédimentaire dynamique des côtes, comme la recharge de plage, qui vise à inverser un bilan sédimentaire négatif et redonner une pente d'équilibre aux estrans en introduisant des sédiments en amont d'une cellule hydrosédimentaire. L'engin sableux aux Pays-Bas en est un exemple reconnu (Stive et al., 2013). La plantation de végétation ou de ganivelles dans les dunes est aussi dans cette catégorie : elles augmentent la friction avec le vent, stabilise les sédiments et contribuent à atténuer l'énergie des vagues de tempête les vagues en encourageant leur déferlement avant qu'elles ne touchent aux infrastructures. Ces deux interventions visent à réduire l'énergie nette à la ligne de rivage, donc le pouvoir érosif, et s'inscrivent dans le

courant de « travailler avec les processus naturels », tel que formulé par les Britanniques (UK Environment Agency (ed.), 2012). Toutefois, l'ampleur de l'engin sableux néerlandais entraîne une dynamique hydrosédimentaire complètement artificielle et il rappelle qu'il faut trouver l'équilibre, selon l'ampleur des enjeux, entre le soutien aux processus naturels et leur remplacement complet par des solutions technologiques.

- *Les stratégies d'accommodation* : Elles visent également à conserver la position du trait de côte ou de la ligne de rivage, mais à accepter certains seuils d'aléas jusqu'aux infrastructures. Concrètement, les mesures d'adaptation des bâtiments en font partie, comme le remplacement des sous-sols par un vide sanitaire ou le rehaussement du rez-de-chaussée des bâtiments ou du niveau des routes, les installations sur pilotis, de même que le double emploi d'espaces urbains pour le stockage temporaire des volumes d'eau, comme la canalisation des eaux d'inondation vers des terrains de football. Toutes ces mesures ont fait leurs preuves dans le cas de la submersion, mais sont par contre inefficaces dans une côte en érosion.
- *Le retrait* : Cette stratégie consiste à accepter l'évolution dynamique du trait de côte et à lui laisser un espace d'accommodation horizontal, ou espace de liberté, de largeur suffisante pour reculer, afin d'éviter le phénomène de l'étranglement côtier (*coastal squeeze*) (Arkema et al., 2013; Buffin-Bélanger et al., 2015; Doody, 2004; Jackson and McIlvenny, 2011), et démanteler les infrastructures. Dans la foulée de la poldérisation d'origine néerlandaise, soit l'assèchement de terres intertidales au profit de la mer, on parle de plus en plus de l'inverse : la « dépoldérisation » (de Ruig, 1998). Il existe enfin un aspect stratégique à cette approche, qui fait référence à la planification de ce retrait et les Européens préfèrent parler de relocalisation stratégique ou de réalignement planifié (*managed realignment*), qui sont des termes plus

positifs que recul ou retrait, à connotation négative. (Cousin, 2011; Roca and Villares, 2012).

L'utilisation de ces stratégies dans divers contextes a mis en lumière l'échec de certaines adaptations, résumées sous le concept de maladaptation : des actions d'adaptation délibérées, mais qui augmentent par inadvertance la vulnérabilité plutôt que de la réduire (Lemmen et al., 2008). En contexte d'érosion côtière, elle se mesure par l'inverse de l'effet attendu : la poursuite, voire l'accélération du recul à la suite de la mise en place de stratégies directes. Ainsi, considérant le potentiel de maladaptation, le choix de ces solutions devient donc un enjeu d'adaptation en soi, au risque d'augmenter l'exposition des milieux aux risques côtiers. Les conditions menant à la maladaptation en contexte d'érosion côtière ont par contre été peu étudiées. Un des facteurs sous-jacents est l'adéquation des structures de protection choisies selon le type de côte, compte tenu des changements climatiques anticipés. Ce phénomène gagnerait à être mieux documenté : on pourrait notamment le quantifier par une approche spatiale, identifier les critères ou les conditions qui mènent au choix de ces solutions maladaptées et étudier les préférences individuelles envers ces solutions et la perception quant aux processus de prise de décision.

1.5.2 Solutions s'inscrivant dans la gestion intégrée des zones côtières

L'ensemble des solutions s'inscrivant dans la gestion intégrée des zones côtières (GIZC) vise la préparation aux aléas afin d'éviter des catastrophes, et ultimement des décès. Il se décline selon trois phases relatives à la manifestation des aléas : avant, pendant ou après.

- *Avant* : Cette phase comporte des stratégies de prévention et de préparation à l'érosion côtière, comme l'interdiction de piétiner certains secteurs de dune pour en protéger la végétation ou alors l'interdiction de s'approcher trop près du bord d'une falaise active. La préparation inclut également les assurances

contre les événements. La prévention au sens large peut aussi impliquer des stratégies de planification de l'occupation du territoire, comme la production de cartes de risques, leur transformation en règlements de zonage préventif dans l'aménagement du territoire (marges de sécurité), qui mène vers l'interdiction de construire en zone à risque ou encore vers la relocalisation stratégique pour les bâtiments déjà construits. La surveillance des conditions du milieu se situe aussi dans cette étape, comme les patrouilles côtières ou les relevés de position du trait de côte.

- *Pendant* : Cette phase prévoit les protocoles de situation d'urgence, de systèmes d'alertes, d'évacuation, d'hébergement, etc., lors de diverses situations d'aléas : surcotes de tempête, pluies diluviennes, démembrement soudain de la banquise, etc.
- *Après* : Cette phase concerne les mesures pour identifier les bâtiments causant un danger pour la sécurité en raison de leur proximité au trait de côte et une exposition trop grande à l'érosion, mais aussi les mesures pour la réintégration des logements et la reprise des activités normales. Les mesures d'indemnisation font aussi partie de ce groupe. Le suivi du milieu *a posteriori* est aussi une stratégie importante pour actualiser les niveaux de risque.

Cependant, certaines stratégies sont transversales et indépendantes des phases de mise en place des aléas, et contribuent tout autant à réduire les impacts de l'érosion côtière sur les communautés. En voici une liste non exhaustive :

- la protection de l'environnement : cette solution contribue non seulement à conserver la résilience naturelle des milieux physiques, mais aussi à tenir éloignées les infrastructures des zones les plus à risques;
- la sensibilisation des populations aux risques et aux enjeux de sécurité, comme discuté à la section 1.4.2.2;

- l'intégration des aléas dans la planification de l'occupation du territoire, qui comprend aussi l'intégration des tendances associées aux changements climatiques. La mise à jour des cartes d'érosion et des normes de construction des structures de protection côtières en est partie intégrante.
- le développement local visant à réduire la pauvreté et l'isolement constitue une stratégie de réduction des victimes et des dommages (voir la section 1.4.2.2).

Devant cette longue liste de solutions, force est de constater que la diversité des adaptations a le potentiel d'être aussi vaste que celle des impacts, car à chaque impact, on peut associer une stratégie spécifique, de nature directe ou reliée à la GIZC. La question suivante est donc comment évaluer ces adaptations ?

1.5.3 Évaluation de l'adaptation : à la recherche d'un cadre fédérateur

Si les solutions directes sont tangibles et peuvent être mesurées, ce n'est pas aussi aisé pour les solutions de GIZC, plus immatérielles. Ces deux groupes donnent ainsi lieu à deux branches principales d'évaluation de l'adaptation, dont la mise en commun dans un contexte côtier pose un défi de synchronisation.

Le premier type d'évaluation de l'adaptation concerne les solutions directes, qui génèrent un état artificiel de la côte. Leur présence ou absence est aisément dénombrable par des sondages *in situ*, en particulier les solutions rigides. Une classification côtière de nature géomorphologique pourrait comprendre le dénombrement des structures artificielles qui interagissent avec la géomorphologie dynamique de la côte; cet exercice n'a pas encore été fait dans un objectif explicite de documenter les solutions d'adaptation directes et la maladaptation. Les solutions douces de recharge et de végétalisation sont plus difficiles à identifier, mais un œil averti, une analyse documentaire et des entrevues avec les intervenants locaux suffiraient à les cerner et à les localiser.

Du côté des adaptations immatérielles, ce sont d'autres domaines et d'autres échelles qui sont en jeu. L'étude de « l'ajustement » des communautés côtières aux aléas date de plusieurs décennies et trouve son origine dans une approche géographique qui consiste à confronter les interactions entre le milieu biophysique et les systèmes humains, y compris les politiques publiques et le secteur privé (Burton and Kates, 1964). Ces adaptations immatérielles commandent toutefois d'autres types de mesures ; trois courants issus des sciences humaines et de la nature ont abordé cette question de l'évaluation du processus d'adaptation sous des angles différents.

1.5.3.1 Évaluation basée sur le processus d'adaptation

Du côté des sciences humaines, l'adaptation est approchée principalement en tant que processus d'ajustement, et s'orchestre en étapes faisant partie d'une boucle dynamique (e.g., Klein et al., 2001). Elle vise à évaluer l'efficacité de l'adaptation à diverses échelles (Adger et al., 2005a; Adger et al., 2005c). Cette approche perdure et les études récentes parlent dorénavant de cogestion adaptative (*adaptive co-management*), une gestion où les acteurs sont non seulement institutionnels, mais aussi dans la société civile, et sont considérés comme partie prenante dans un processus itératif de prise de décision (Armitage et al., 2008; Armitage et al., 2009; Olsson et al., 2004). Parlant de parties prenantes – ou *stakeholders*, les jeux de pouvoir, l'*empowerment* des communautés et les interactions entre les acteurs constituent un courant connexe d'étude de l'adaptation, c'est-à-dire celui de la gouvernance locale (Arnstein, 1969; Mitchell et al., 1997). Ce courant a eu passablement d'échos du côté de la conservation des ressources côtières (i.e. la pêche et le tourisme) (Wiber et al., 2009), et plus largement sur la gestion des divers risques naturels ou environnementaux (Briggs, 2009; Cronin et al., 2004). Du côté des risques côtiers, la question a été abordée sous l'angle de la concertation, surtout en France (Alban, 2004; Billé, 2006) et aux États-Unis (Frazier et al., 2010).

Ce cadre conceptuel de l'adaptation orienté vers le processus de prise de décision collective est intéressant du point de vue de la gestion des communautés côtières. D'une part, il offre la possibilité d'analyser la complétion du processus (i.e. est-ce que toutes les étapes font l'objet de politiques ou programmes ?). D'autre part, il examine l'aspect collectif de la décision (i.e. quelles sont les dynamiques entre acteurs ?), très pertinent pour la question des zones côtières qui font partie des terres publiques (zone intertidale) et dont l'intégrité contribue au bien commun, quel que soit le contexte politicoéconomique et institutionnel.

D'autres encore ont examiné le processus d'adaptation du point de vue de la capacité d'adaptation (Engle, 2011; Gallopin, 2006; Juhola, 2014; Smit and Wandel, 2006). Une définition générale de celle-ci donnée par le 2^e groupe de travail du GIEC en serait « l'habileté des systèmes, institutions, humains et autres organismes à s'ajuster à un dommage potentiel, de saisir les opportunités ou de répondre aux conséquences » (IPCC-WGII, 2013). La capacité d'adaptation se distingue de l'adaptation au sens large en étant plus centrée sur l'habileté à faire face au changement ; autrement dit, l'adaptation est la résultante, alors que la capacité d'adaptation est la capacité à produire la résultante (Eakin and Lemos, 2006).

Dans la tradition de la gestion des risques, la capacité d'adaptation est plutôt définie comme la

combinaison de toutes les forces et de tous les moyens disponibles au sein d'une communauté, d'une société ou d'une organisation qui peuvent être utilisés pour atteindre des objectifs fixés. La capacité peut comprendre les infrastructures, les moyens matériels, les institutions, les capacités de la société à faire face, ainsi que la connaissance humaine, les compétences et les attributs tels que les relations sociales, le leadership et le management. La capacité peut également avoir le sens d'aptitude (UNISDR, 2009).

Un aspect important qui distingue ces deux définitions est l'état d'équilibre du système à l'étude. D'un côté, la définition de l'UNISDR se rapproche d'une capacité à réagir, et vise le retour à l'état d'équilibre initial. D'ailleurs, dans un cadre de

référence social ou écologique, la résilience en serait un synonyme, autrement dit « la capacité de groupes ou de communautés [ou d'un système] d'absorber un changement issu d'un stress externe ou de perturbations résultant de changements social, politique ou environnemental » (Adger, 2000), afin de conserver ses fonctions et structures basiques (Dale et al., 2010). Dans certains contextes, donc, il s'agit de possibilité de retour vers l'équilibre initial. D'un autre côté, la capacité d'adaptation nécessite de s'ajuster suffisamment « pour altérer l'état du système et se déplacer vers un nouvel état d'équilibre » (Gallopín, 2006). En contexte de changements climatiques en zone côtière et compte tenu des tendances décrites plus haut, il faut explicitement dépasser l'évaluation de la capacité de réponse et plutôt aborder la capacité à effectuer une transition, puisque le retour des communautés côtières à l'état initial n'est pas envisageable : les conditions forcent une transition vers un nouvel état d'équilibre, une « adaptation transformationnelle » (Kates et al., 2012), peu importe qu'elle soit planifiée ou spontanée.

Pour aborder cette transition d'adaptation d'un point de vue systématique, une approche recommandée s'inscrit dans la recherche qualitative, basée sur l'analyse de thématiques clés comme les déterminants de la capacité d'adaptation (Eakin and Lemos, 2006; Smit et al., 2001), notamment les connaissances, les institutions publiques, le contexte politique de l'action et le processus décisionnel (Crowley et al., 2012). D'autres approches sont aussi basées sur les différents capitaux (Callaghan and Colton, 2008), ou sur les étapes du processus décisionnel (Moser and Ekstrom, 2010). Ces approches sont cependant limitées par leur échelle située à de hauts niveaux institutionnels. Dans le cas de problématiques ancrées à un niveau local, comme c'est le cas pour les changements côtiers et leurs impacts, il serait estimable de réaliser une telle analyse non seulement à l'externe de la communauté, mais aussi à l'interne de la communauté, autrement dit dans une perspective interéchelle (Cutter et al., 2003; Watts and Bohle, 1993). Concrètement, il faut sonder les communautés sur les efforts locaux sur des thèmes transversaux comme l'environnement, les

transports, l'aménagement du territoire, la sécurité publique, le développement durable, la santé des populations, etc., et d'un autre côté analyser le cadre et les structures décisionnelles, les acteurs qui y interviennent et les outils de gestion disponibles.

Pour faire la synthèse de ces méthodes orientées vers le processus de gestion adaptative et vers la capacité d'adaptation à un nouvel état d'équilibre, une évaluation optimale de l'adaptation pour les communautés côtières comporterait trois éléments principaux :

- *Une évaluation de la complétion du processus décisionnel de gestion adaptative* – Un examen de la planification et mise en œuvre de chaque étape de l'adaptation au sens de Klein et al. (2001), Armitage et al. (2008; 2009), Moser et Ekstrom (2010), y compris une analyse du rôle des connaissances dans ces décisions;
- *Une évaluation de la concertation* – Des relations entre acteurs qui aboutissent, ou non, à des décisions cohérentes avec la problématique des risques côtiers, dans la lignée de Billé (2006);
- *Une évaluation interéchelle du contexte institutionnel et politique* – Un ensemble d'instruments et de structures institutionnelles, locaux à nationaux, qui soutiennent les deux précédents, à partir de l'approche de Crowley et al. (2012), Smit et al. (2001; 2006), Eakin et Lemos (2006).

Il est sans doute possible de faire des études séparées et exhaustives pour chacun de ces éléments. Cependant, des méthodes issues de l'organisation des services de santé, comme la cartographie (schématique) des acteurs et processus institutionnels, soutenue par des séries d'entrevues des acteurs clés, constituent une avenue intéressante dans une perspective de portrait global et pourraient être adaptées pour les questions côtières (Boyer et al., 2014).

La principale limite d'une telle approche d'évaluation de l'adaptation est qu'elle attache peu d'importance à l'état du milieu naturel et à sa variabilité, puisque l'accent est sur le processus décisionnel. Or, en contexte de risques naturels, l'évolution et la prédiction du milieu biophysique sont intimement liées à la nécessité de l'adaptation, c'est-à-dire à la magnitude des ajustements qu'une communauté doit faire. C'est sans compter qu'il y a des notions d'urgence et de synchronisme (*timing*) importantes en terme de sécurité pour les personnes, qui n'apparaissent pas dans l'approche par processus. Ainsi, s'il est plus que pertinent de dresser un portrait du processus d'adaptation tel que résumé ci-haut, cette approche mérite d'être mieux ancrée dans le contexte local des risques côtiers. Le cadre conceptuel de la vulnérabilité pourrait offrir une avenue pertinente pour y arriver.

1.5.3.2 Évaluation de l'adaptation dans un contexte de vulnérabilité

Le deuxième courant d'évaluation de l'adaptation en zones côtières, issu principalement des sciences de la nature, met de l'avant l'association étroite entre les impacts et l'adaptation, et utilise les concepts de vulnérabilité comme fil conducteur pour relier les deux. Recommandé comme cadre par l'UNISDR, la vulnérabilité est définie comme une « condition résultant de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux qui prédispose les éléments exposés à la manifestation d'un aléa à en subir des préjudices ou des dommages » (UNISDR, 2009). Soulignons au passage la centralité des « facteurs » de vulnérabilité dans cette définition, une unité de base pertinente pour son opérationnalisation. Cette définition est souvent utilisée dans les études sur les impacts des changements climatiques comme une « sortie » (*output* ou *endpoint analysis*) (Maru et al., 2014). D'autres la définissent plutôt à l'aide de variables contextuelles dans une approche multidimensionnelle climat-société qui génère la vulnérabilité (Füssel, 2009; O'Brien et al., 2006; Watts and Bohle, 1993). Or, la nécessité d'intégrer ces deux approches était déjà véhiculée dans les années 1990 (Watts and Bohle, 1993). Donc, même si les conceptions divergent, l'utilisation du concept

de vulnérabilité unifie en un sens le domaine de la recherche sur l'évaluation des impacts des changements climatiques (Adger, 2006; Brooks et al., 2005; Cutter, 1996, 2012; Cutter et al., 2003; Eakin and Luers, 2006; Füssel, 2007; Gallopin, 2006; Holsten and Kropp, 2012; Paul, 2014; Turner et al., 2003), mais aussi le domaine des politiques publiques, notamment dans les ministères reliés à l'environnement en France, au Québec et en Espagne (ADEME, 2013; MDDELCC, 2015; Ministerio de medio ambiente de España and Universidad de Castilla-La Mancha, 2005).

Les outils d'évaluation de la vulnérabilité se sont multipliés dans les années 1990 pour mesurer les impacts de l'augmentation prévue du niveau marin partout dans le monde (Chemane et al., 1997; Harvey et al., 1999; Yohe, 1991), en particulier depuis que le GIEC a proposé une méthodologie commune pour évaluer la vulnérabilité à l'augmentation du niveau marin (IPCC CZMS, 1992). Les études sur la vulnérabilité abondent donc dans le champ de la gestion des zones côtières, un des domaines phare dans le développement de l'évaluation de la vulnérabilité, tant du point de vue des études nationales (e.g. Irlande : Devoy, 2008; Allemagne : Sterr, 2008), des études régionales (Açores: Borges et al., 2014; Égypte: El-Raey and Nasr, 2015), que plus récemment des ouvrages (*textbooks*) (Birkmann, 2007; McFadden et al., 2007). Malgré ce potentiel fédérateur, la principale limite dans le domaine côtier est la sous-représentation de l'érosion côtière dans ces approches, pour toutes les raisons exposées dans la section 1.2.

Cependant, le concept de vulnérabilité ne fait pas l'unanimité. En effet, les débats théoriques sur le sujet sont toujours d'actualité. Hinkel (2011) en fait un résumé complet et rigoureux du point de vue philosophique et argumentaire. Il identifie six motivations classiques d'utilisation d'indicateurs de vulnérabilité : 1) l'identification de cibles de mitigation; 2) l'identification des personnes, communautés, régions vulnérables; 3) l'augmentation de la sensibilisation de personnes (*awareness*); 4) l'allocation de fonds d'adaptation; 5) le suivi des politiques d'adaptation; 6) la réalisation de la recherche scientifique. Parmi ces six motivations, il allègue que seule

la deuxième – l'identification d'entités spatiales ou sociales vulnérables – peut être appuyée par un argumentaire valide, en soulignant que la vulnérabilité est non mesurable. Enfin, il souligne deux conditions essentielles à l'utilisation d'indicateurs de vulnérabilité, qui sont les suivantes :

- 1) *Un modèle prédictif* – puisque le concept de vulnérabilité implique le discernement d'impacts potentiels (futurs), il est insuffisant de simplement décrire un éventail d'impacts sur la base de jugements (scores), comme le « Coastal vulnerability index » (Thieler and Hammer-Klose, 1999), il faut plutôt utiliser des projections;
- 2) *Des arguments inductifs uniquement* – ce qui signifie de baser toutes les variables sur des données d'impacts ou d'autres paramètres pour formuler des conclusions générales à partir de ces données; il souligne que ceci implique nécessairement, d'une part, d'exclure les arguments déductifs (basés sur des théories), normatifs (basés sur des jugements de valeur) et « non substantiels » (basé sur l'organisation de plusieurs variables, telles que les composantes principales issues d'une analyse multivariée, ce qui disqualifie des approches comme celle de Boruff et al. (2005)) et, d'autre part, de restreindre l'échelle spatiale au niveau local, puisque de telles données ne peuvent être disponibles que dans des systèmes bien définis et pouvant être représentés par quelques variables, à l'exception des systèmes où des simulations fiables de petite échelle (grande étendue) sont disponibles.

Ainsi, l'utilisation d'un modèle prédictif et d'arguments inductifs constitue une approche de la vulnérabilité qui est reconnue sur le plan théorique. D'ailleurs, sous les débats, ce sont les limites de la notion de risque dans le contexte des changements climatiques, vu l'incertitude et l'ambiguïté des probabilités de risque (voir section 3), qui moussent la popularité de la notion de vulnérabilité. Alternativement au risque, le concept de vulnérabilité, tel qu'utilisé en respectant les critères ci-haut, est centré sur la gestion des impacts issus de l'exposition aux aléas, plutôt que sur la probabilité du

phénomène à l'origine. Cette approche a donc le potentiel de transcender la notion de risque, et les débats théoriques, tout en laissant une place à l'élaboration de stratégies d'adaptation pour réduire les impacts.

La question suivante concerne l'opérationnalisation de ce concept. Une approche consiste à le fractionner en divers aspects mesurables. Une revue de la littérature a fait ressortir deux classifications des composantes de la vulnérabilité pertinentes pour y arriver.

La première classification met en relation les deux principaux concepts que sont les impacts et l'adaptation. En effet, dans le domaine côtier, il semble y avoir un accord sur la définition de la vulnérabilité dans sa plus simple forme, et que nous adoptons pour cette thèse : la vulnérabilité (V) pour un attribut a , d'un système n , à un stress s , à un temps donné (t), dépend de la différence entre les impacts et les adaptations déjà entreprises à ($t-1$) (Ionescu et al., 2008; McFadden et al., 2007) :

$$V_{a,n,s}(t) = I(t) - A(t-1) \quad [\text{Équation 1}]$$

Concrètement, depuis une vision écosociosystémique centrée sur l'échelle des communautés, on pourrait donc parler de la vulnérabilité du bien-être (a) d'une communauté côtière (n) à l'érosion côtière (s) au temps (t), qui dépend de la magnitude et de la diversité des impacts de l'érosion I , ayant pu être réduits par des actions d'adaptation A entreprises par le passé ($t-1$). Par extension, les actions entreprises au moment présent réduiront la vulnérabilité future. En d'autres termes, selon cette classification, l'étiquette d'« analyse de vulnérabilité » devrait toujours être accompagnée de précisions sur les paramètres qui cadrent le système et le contexte d'étude (le système, l'attribut, le stress, la période d'étude – présent/futur). C'est un cadre qu'il est pertinent d'adopter, en gardant à l'esprit qu'il est indicatif plutôt que mathématique. En effet, son utilisation mathématique impliquerait l'utilisation d'une base commune pour la quantification de tous les aspects d'impacts et d'adaptation précédemment décrits, tangibles et intangibles, ce qui n'est pas

envisageable, d'une part, pour l'exhaustivité du travail et, d'autre part, car un excès de transformation des données ne rend pas justice aux dimensions qualitatives. L'autre limite de ce cadre est l'imprécision sur les différentes dimensions à considérer dans l'analyse d'impacts; autrement dit le vague concernant la diversité des impacts (seulement les niveaux d'eau, ou également des impacts indirects et intangibles; jusqu'où la diversité va-t-elle?).

C'est pour répondre à cette limite que la deuxième classification des composantes de la vulnérabilité, l'approche de Füssel (2007), apparaît pertinente. Élaborée spécifiquement dans une approche systémique de la vulnérabilité aux changements climatiques, elle met en relation deux dimensions fondamentales de l'écosociosystème à l'étude : 1) l'échelle (interne/externe) (Watts and Bohle, 1993) et 2) le domaine (biophysique/socio-économique). Cette classification détermine ainsi quatre classes de composantes de la vulnérabilité : interne biophysique, externe biophysique, interne socio-économique et externe socio-économique. En terme d'opérationnalisation, la combinaison de ces deux classifications offre une perspective sur la vulnérabilité basée sur l'évaluation des facteurs d'impacts et d'adaptation ou de résilience dans quatre grandes classes. Cette approche aurait l'avantage d'englober un large spectre des composantes de la vulnérabilité et de faire place à l'adaptation et à la résilience dans différents contextes. Cependant, quelle est l'unité de base à y considérer ? Rappelons la centralité des « facteurs » dans la définition de la vulnérabilité du GIEC : ces facteurs pourraient être cette unité de base et naturellement se nicher dans chacune des composantes de la vulnérabilité, pour constituer un tout cohérent.

1.5.3.3 Principales approches de la vulnérabilité en zone côtière

Du côté des applications de la vulnérabilité en zone côtière, les approches les plus éprouvées proviennent des États-Unis, de l'Allemagne, de l'Espagne, du Royaume-Uni et de France.

L'école américaine aborde la vulnérabilité à l'aide d'indices de vulnérabilité côtière. Un premier type d'indices est relié au milieu naturel, il s'agit du *coastal vulnerability index* (CVI), composé de six variables touchant le milieu physique (géomorphologie, pente de l'estran, taux d'augmentation du niveau marin, taux de migration de la ligne de rivage ou du trait de côte, l'ampleur moyenne des marées, et la hauteur moyenne des vagues (Thieler and Hammer-Klose, 1999). Cette approche par indices basée sur des paramètres physiques omet toute dimension d'impacts sur des enjeux et constitue donc plutôt un indicateur de la sensibilité du milieu côtier aux variations hydroclimatiques. Un deuxième type d'approche est basé sur de multiples indices issus de variables à l'échelle des communautés, notamment écologiques, sociaux, économiques, institutionnelles, reliées aux infrastructures et à la compétence de la communauté (Cutter et al., 2008). Cette approche multicritères a l'avantage d'aborder des dimensions diverses, mais simplifie à outrance la dynamique côtière en seulement cinq variables (superficie et perte de milieux humides, taux d'érosion, % surface imperméable, biodiversité, nombre de structures de défense côtière). Reconnaissons tout de même l'effort d'intégrer des facteurs anthropiques parmi celles-ci.

Du côté de l'école allemande (Hinkel, 2005), il s'agit d'une approche de modélisation avec le modèle DIVA de vulnérabilité à l'augmentation du niveau marin. Y sont intégrés des impacts et des adaptations directes seulement (digues et recharges), mais peu d'autres facteurs sociaux de vulnérabilité, sans oublier que l'évaluation se fait à l'échelle du pays. Même si de nouveaux développements visent à l'utiliser à l'échelle régionale (El-Raey and Nasr, 2015), c'est peu transférable, peu pertinent pour la gestion fine des côtes du Canada ou d'ailleurs, vu la taille du territoire.

L'école espagnole, quant à elle, aborde la vulnérabilité en croisant le milieu physique et le degré d'urbanisation sur une base spatiale, tant de manière simplifiée (Domínguez Garrido et al., 2007-2008), qu'avec des indices composites de caractéristiques physiques, de l'utilisation du territoire et des structures de génie côtier (Del Rio and Gracia Prieto, 2007). En ligne avec ces approches spatiales, de nouveaux développements visent à évaluer la vulnérabilité côtière par télédétection (Gómez et al., 2014), mais cela comporte des limites infranchissables quant à l'évaluation des dimensions de la dynamique sociale. Une autre avenue intéressante basée sur l'utilisation du sol s'appuie sur des scénarios d'occupation des milieux humides afin de déterminer la vulnérabilité actuelle et future (Vázquez-González et al., 2014). Bien qu'elle comporte les mêmes limites, l'aspect dynamique est une avancée considérable.

Du côté de l'approche du Royaume-Uni, la vulnérabilité est considérée en fonction de trois groupes de facteurs définis pour trois échelles spatiales (McLaughlin, 2001; McLaughlin and Cooper, 2010). Les facteurs sont les caractéristiques physiques de la côte, les « forçages » côtiers ou paramètres dynamiques, et un groupe de variables dites socioéconomiques ou plutôt d'enjeux (population, héritage culturel, routes, chemins de fer, utilisation du sol et statut de conservation environnementale). Les échelles sont locale, régionale et nationale. Cette perspective représente bien en 13 variables divers aspects de la vulnérabilité, mais la base strictement spatiale est limitante pour l'intégration d'impacts ou d'adaptation non spatiaux. De même, les interactions entre les diverses échelles, comme la réglementation et ses conséquences locales sur la vulnérabilité, méritent davantage d'attention.

Finalement, du côté de l'école française, l'approche de Meur-Férec (2008) est intéressante pour son usage de l'approche multicritères, une des plus complètes vu le large spectre de facteurs de vulnérabilité qu'elle aborde. Il s'agit d'une évaluation de cinq descripteurs de la vulnérabilité (aléas, enjeux, événements, gestion, perceptions), basée sur une trentaine de paramètres à l'échelle de la communauté. L'intégration des

perceptions et des outils décisionnels pour la gestion des côtes y constitue des facteurs qu'aucune autre école n'a mis de l'avant. Par contre, elle est limitée par l'hypothèse d'indépendance des cinq descripteurs, la faible importance accordée à l'aspect spatial, le manque de distinction entre les facteurs internes et externes à l'unité et la spécificité du libellé des paramètres institutionnels (peu applicable aux autres pays).

Dans l'ensemble, les lacunes les plus généralisées au sein des différentes écoles concernent :

- 1) l'intégration d'un modèle prédictif tel que recommandé par Hinkel (2011), qui est plus utilisé dans l'évaluation des risques (Dawson et al., 2009), et l'intégration des facteurs socioéconomiques en particulier;
- 2) l'intégration des perceptions et outils de gestion dans les déterminants de la vulnérabilité, sauf dans l'école française;
- 3) la considération des interactions entre l'échelle locale et le contexte plus global.

Aucune de ces approches n'est ainsi pleinement satisfaisante du point de vue des critères émis plus haut pour soutenir une perspective écosociosystémique de l'évaluation de la vulnérabilité des communautés côtières à l'érosion. À la lumière de la revue de la littérature, tout indique qu'une approche de la vulnérabilité pertinente pour la gestion des zones côtières et novatrice pourrait être basée sur l'identification des facteurs de vulnérabilité des quatre sous-groupes de Füssel, tant du côté des impacts que de l'adaptation, en se basant sur un modèle prédictif d'évolution du trait de côte, sur des arguments inductifs uniquement et sur des facteurs de vulnérabilité comme unité de base. Cette approche a le potentiel d'unifier à la fois les impacts d'origine biophysique ou socioéconomique, mais aussi les adaptations ou facteurs de résilience directs (internes à la communauté ou à l'écosystème), autant que les adaptations ou facteurs de résilience non mesurables, provenant d'initiatives

communautaires (interne) ou des plus hautes sphères décisionnelles (externe à la communauté). L'utilisation des facteurs comme unité de base de la condition de vulnérabilité permet de considérer tant les impacts négatifs, que des facteurs positifs, comme les adaptations qui réduisent les impacts. Cette approche devrait permettre de dresser un portrait complet de la vulnérabilité d'une communauté côtière dans un contexte de changements climatiques. C'est ce qui est proposé.

1.5.4 Importance de l'échelle des communautés locales pour la gestion des zones côtières

Un dernier aspect fondamental dans le cadrage de l'évaluation des impacts, de l'adaptation ou de la vulnérabilité touche le choix de l'échelle. D'une part, imposer une contrainte d'échelle est important pour bien définir l'objet d'étude. D'autre part, dans une approche socioécologique, les unités naturelles sont en dissonance avec les unités humaines. Donc, la question est épineuse.

Dans le domaine côtier, les unités naturelles côtières sont couramment définies sur la base du bilan sédimentaire, impliquant que le sédiment est le vecteur d'échanges énergétiques qui forment les paysages. Les unités spatiales correspondantes sont les unités hydrosédimentaires, similaires aux bassins versants, mais sur la côte, les sous-divisions comprennent des cellules hydrosédimentaires. La variabilité est très grande entre l'échelle spatiale de ces unités, pouvant passer de centaines de kilomètres dans de vieux paysages dunaires adoucis, à quelques dizaines de mètres, dans des côtes quaternaires très indentées. Au-delà de cette variabilité, les populations humaines qui colonisent ce paysage ne sont pas nécessairement regroupées en fonction des unités naturelles.

Justement, du côté sociétal, la plus petite échelle de gestion est souvent dénommée « locale », par différenciation avec l'échelle nationale (gouvernements centraux). Entre les deux, il y a une multitude de déclinaisons selon le pays où l'on se trouve, comme les

provinces ou territoires, les régions, les municipalités régionales de comté ou les départements et les agglomérations de communes ou de villes.

À la rencontre de ces deux domaines de préoccupations, naturel et humain, il y a la communauté locale (pour la suite « communauté » fera référence à « communauté locale ») (Cutter et al., 2008; Cutter, 1996). La communauté est un concept flexible, pour ne pas dire flou, mais qui fait en général référence à un espace géographique défini, qui pourrait comporter une ou plusieurs cellules hydrosédimentaires, et au sein duquel le contexte socioéconomique forme un tout cohérent, centré autour d'une certaine identité. Du point de vue de la gestion des risques, les articles récents de gestion sur les risques en contexte de changements climatiques recommandent l'échelle de la communauté (van Aalst et al., 2008). Une meilleure connaissance des impacts des risques sur les usagers locaux améliore la résilience globale aux risques et est plus à même de soutenir les politiques publiques de gestion de risque (Erisman et al., 2015). L'UNISDR supporte d'ailleurs cette échelle de gestion ancrée au niveau local (Boyer-Villemaire et al., 2014a; UNISDR et al., 2010). D'autant que la gestion des risques doit être centrée sur les gens, les usagers. C'est ainsi que l'évaluation de la vulnérabilité à l'échelle des communautés côtières semble la plus indiquée. Cette perspective est renforcée par la cohérence aisée avec la classification géomorphologique sur la base de l'échelle « interne » vs. « externe » proposée par Füssel.

La description ci-haut des forces et faiblesses de l'évaluation des impacts et des adaptations à l'aléa d'érosion côtière, de même que le potentiel de l'évaluation de la vulnérabilité à l'échelle des communautés côtières, permettent maintenant de définir le cadre de recherche de cette thèse.

1.6 Cadre de recherche

Afin de définir le cadre de recherche, cette section comprend la problématique et question de recherche, le sujet général, l'hypothèse principale de recherche, l'objectif

général, les questions et objectifs spécifiques, l'approche générale, la sélection des sites d'étude, les motivations, les limites, les retombées attendues, le cadre éthique et l'organisation de la thèse.

1.6.1 Problématique et question de recherche

Devant le tableau dressé par la revue de la littérature, à notre avis, deux problématiques principales ont été identifiées et méritent d'être repoussées dans l'évaluation des impacts de l'érosion côtière, mais elles sont d'origines différentes :

1) d'une part, il y a une problématique de sciences naturelles, soit l'omission d'une bonne part de la complexité au sein des études d'impact des changements climatiques, notamment les processus terrestres et subaériens dans les falaises (Bernatchez and Dubois, 2008; Castedo et al., 2012), ainsi que les impacts des structures de protection sur la résilience du milieu (Gallien et al., 2014; Naulin et al., 2015), qui soulignent le manque de connaissances concernant la dynamique et les interactions produisant la migration côtière, et qui pourraient être abordées en visant à établir les poids relatifs des différentes causes d'érosion côtière pour les différents types de côtes, afin de mieux soutenir la modélisation du recul du trait de côte ;

2) d'autre part, il existe une problématique ancrée dans la réalité actuelle, dans une certaine urgence à réagir, mais de manière planifiée, et qui touche les sciences de l'environnement au sens multidisciplinaire du terme : le traitement unidimensionnel (économique) des impacts et de l'adaptation se limite souvent à la valorisation de la perte de terrain (Dawson et al., 2009), ce qui est insatisfaisant d'un point de vue écosociosystémique de la gestion et du développement des communautés côtières (Renaud et al., 2010); il s'agirait de trouver la manière de tirer le meilleur des méthodes les plus à jour concernant l'évaluation des impacts des aléas côtiers – en particulier de l'érosion (Thieler

et al., 2009) – et de l’adaptation des communautés (Armitage et al., 2009; Meur-Férec et al., 2008), en évitant la trappe de la quantification des probabilités de risques – désuet en situation d’ambiguïté et d’incertitude comme celui des impacts des changements climatiques sur la côte (Mercer, 2010) –, tout en soutenant le développement d’outils opérationnels (Alessa et al., 2008) favorisant la gestion des communautés côtières en matière de sécurité, de vitalité et de durabilité des décisions prises par et pour les communautés côtières faisant face aux impacts de l’érosion côtière en contexte de changements climatiques.

Les deux problématiques sont importantes à long terme, mais pour le moment, la quantification de la migration côtière peut être réalisée selon des méthodes imparfaites, mais acceptées. Ainsi, la deuxième problématique semble celle où il y a le plus d’innovation nécessaire : c’est celle que nous choisissons pour le sujet de la présente thèse, pour sa portée sociétale et actuelle.

En conséquence, la **question de recherche générale** de cette thèse est la suivante : **comment considérer dans un tout opérationnel l’ensemble des impacts de l’aléa d’érosion côtière, en utilisant la résultante de la migration du trait de côte (les taux de migration), plutôt que les effets d’une cause en particulier, combiné à l’évaluation des autres facteurs de vulnérabilité des communautés touchées directement et indirectement par l’aléa, afin de mieux les soutenir dans une prise de décision durable pour prévenir les impacts négatifs ?**

1.6.2 Sujet général

Devant la nécessité d’aborder l’érosion côtière et devant le potentiel fédérateur du cadre conceptuel de vulnérabilité, il est impératif de dépasser les débats théoriques sur la vulnérabilité, de répondre à la demande des grandes institutions telle la *Stratégie internationale de prévention des catastrophes* et de travailler à

l'opérationnalisation de ce concept en proposant des avenues d'évaluation de la vulnérabilité des communautés côtières qui seront unificatrices plutôt que diviseuses. C'est dans cette perspective que **le sujet général de recherche de cette thèse concerne l'amélioration de l'évaluation de la vulnérabilité des communautés côtières face aux risques d'aléas naturels en contexte de changements climatiques.**

1.6.3 Hypothèse de recherche

Eut égard à la l'impropriété d'utiliser la notion de risque, la nécessité de réformer la vulnérabilité en intégrant mieux l'érosion, les interactions avec les structures de protection, la globalité des impacts (perceptions, valeurs intangibles), et considérant l'intérêt d'un cadre conceptuel écosociosystémique de la vulnérabilité des communautés, de l'équation 1 et de la classification de Füssel (2007), nous posons donc **l'hypothèse qu'une évaluation de l'aléa d'érosion côtière à l'aide d'un cadre conceptuel écosociosystémique de la vulnérabilité fournit un portrait juste, opérationnel et satisfaisant des principaux facteurs de vulnérabilité dans les communautés côtières faisant face aux aléas d'érosion et de submersion dans un contexte de changements climatiques.**

1.6.4 Objectif général

Pour vérifier cette hypothèse, **l'objectif principal de la thèse visait le développement d'une méthode d'évaluation de la vulnérabilité côtière à l'échelle des communautés, qui intègre mieux l'érosion côtière et qui soutient une vision écosociosystémique de la communauté, à l'aide de l'équation 1, de la classification de Füssel, d'un modèle prédictif de la migration côtière, d'une évaluation écosociosystémique des impacts et d'une évaluation tant des adaptations directes que du processus d'adaptation.**

1.6.5 Questions et objectifs spécifiques

1. Comment pouvons-nous intégrer les impacts liés aux perceptions de la migration côtière dans une perspective plus durable de l'évaluation de la vulnérabilité ?

La revue de la littérature a souligné combien la notion de perception comme facteur de vulnérabilité côtière et de risque apparaît centrale dans les impacts sociaux. Il est donc pertinent d'aborder cette question de manière systématique pour fournir des arguments inductifs à l'analyse de vulnérabilité. Par ailleurs, la littérature a révélé deux types distincts de perceptions influençant la vulnérabilité : celle des risques et celle de la gouvernance et de la performance institutionnelle. Les deux méritent un approfondissement particulier.

Objectif spécifique 1 : Améliorer l'intégration des perceptions citoyennes de risques dans l'évaluation de vulnérabilité des communautés côtières

Objectif spécifique 2 : Améliorer l'intégration des perceptions de la gouvernance des risques dans l'évaluation de vulnérabilité des communautés côtières

2. Comment pouvons-nous intégrer l'adaptation et la résilience dans l'évaluation de la vulnérabilité des communautés côtières ?

Un aspect important visant à cerner les voies porteuses pour réduire les impacts et souligné dans la revue de la littérature est l'évaluation des adaptations directes et le concept de maladaptation ou l'héritage d'adaptation ayant réduit la résilience naturelle du milieu côtier. Négligé jusqu'à maintenant dans les études sur la vulnérabilité, il est essentiel de développer une méthode pour en faire un traitement systématique à intégrer à l'analyse de vulnérabilité.

Objectif spécifique 3 : Intégrer les impacts positifs ou négatifs des structures de protection et adaptation directes dans l'évaluation de la vulnérabilité des communautés côtières

3. Comment pouvons-nous intégrer l'adaptation et la résilience sociétale dans l'évaluation de la vulnérabilité des communautés côtières ?

Outre la protection contre la mer par des structures ou stratégies concrètes, la capacité d'adaptation et la résilience des communautés proviennent aussi du contexte institutionnel sous-jacent à la gestion côtière et sont rarement abordées dans les analyses d'impacts de l'érosion. Cet aspect mérite donc le développement d'une procédure systématique et répétable pour l'intégrer aux analyses de vulnérabilité, en gardant en tête l'importance de décrire les interactions entre acteurs, une analyse de la concertation et le contexte institutionnel inter-échelle.

Objectif spécifique 4 : Améliorer l'intégration du contexte d'adaptation institutionnelle dans l'analyse de vulnérabilité des communautés côtières

4. Pouvons-nous proposer des indices et des représentations opérationnelles des impacts et de l'adaptation aux projections côtières en utilisant les facteurs de vulnérabilité écosociosystémique comme dénominateur commun ?

Considérant l'importance de la dimension spatiale dans les impacts de l'érosion côtière, il faut travailler à la représentation spatiale des facteurs de vulnérabilité qui soit pertinente pour les utilisateurs locaux.

Objectif spécifique 5 : Développer une représentation visuelle de la vulnérabilité pour les facteurs spatiaux

Le défi ultime touche à l'intégration des précédents objectifs dans un tout cohérent et qui a du sens pour les usagers non experts.

Objectif spécifique 6 : Articuler les composantes précédentes dans une évaluation intégrée et multi-échelle de la vulnérabilité des communautés côtières, en s'appuyant sur un modèle prédictif et des arguments inductifs.

1.6.6 Approche générale : mixte et comparative d'études locales

La revue de la littérature a permis d'identifier la pertinence des analyses multicritères dans le cas de l'évaluation des impacts de l'érosion sur les communautés côtières. Pour la collecte de données, cette approche pourrait être bien servie par une approche de méthodes mixtes, qui combine l'analyse de données qualitatives et quantitatives (Johnson et al., 2007; Pluye et al., 2012). C'est celle qui permet de couvrir le plus grand nombre de dimensions et de fournir le plus grand nombre d'arguments inductifs dans l'évaluation de la vulnérabilité d'une communauté côtière.

Par ailleurs, les évaluations de vulnérabilité en contexte de changements climatiques nécessitent d'être collées aux préoccupations locales afin de fournir des résultats pertinents pour les usagers (Moser, 2010). Pour servir notre objectif d'opérationnalisation d'une évaluation de la vulnérabilité pour les communautés côtières faisant face au risque d'érosion, une approche comparative basée sur des études locales paraît tout à fait appropriée. En effet, il a été démontré que les recherches basées sur les études de cas sont pertinentes dans le cas de sujets appliqués et directement reliés avec les politiques publiques (Larsen et al., 2012), comme c'est le cas pour l'érosion côtière. De surcroît, elles apparaissent les plus appropriées pour améliorer la compétence des parties prenantes, pour donner une signification sociale aux résultats, et soutenir autant les objectifs politiques des institutions qui les commandent que leur renouvellement et amélioration. C'est un courant de recherche orientée vers l'apprentissage social. De plus, la multiplication des cas d'études permettra de fournir une certaine robustesse à la méthode. Ainsi, un mode de recherche orienté vers l'application semble une réponse moulée au paradigme du développement durable et qui s'inscrit dans une vision écosociosystémique des communautés.

La plupart des informations pertinentes sur les sites d'étude et les méthodes se trouvent dans les articles qui ont été écrits pour cette thèse. Nous les omettons donc

dans l'introduction pour alléger la lecture, sauf une brève justification du choix des sites d'études, ci-dessous.

1.6.7 Sites d'étude : L'intérêt des petites communautés côtières de l'Atlantique Nord

Des études de cas localisées autour de l'Atlantique Nord comportent un intérêt particulier pour améliorer l'évaluation de la vulnérabilité des communautés côtières à l'érosion, tant du point de vue de l'étude de l'aléa, que du potentiel de comparaisons de communautés côtières.

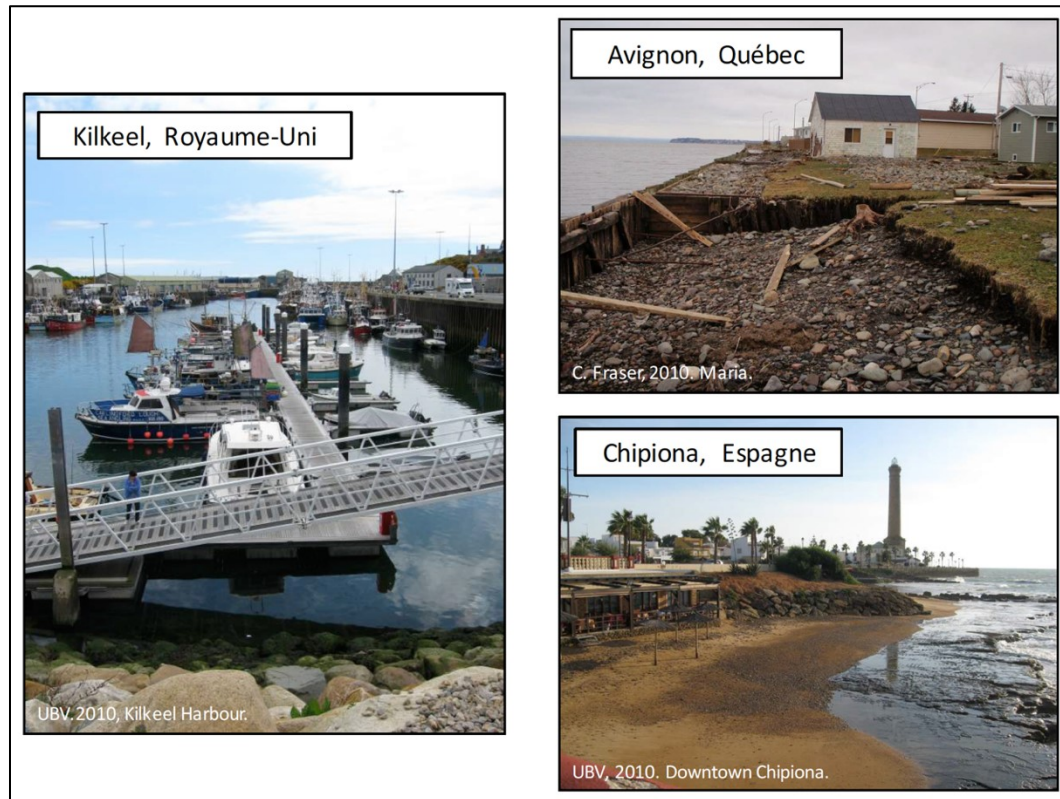
D'une part, le comportement de l'aléa d'érosion côtière autour de l'Atlantique Nord est particulièrement intéressant à étudier. En effet, les côtes meubles où les processus d'érosion sont pleinement actifs sont nombreuses autour de l'Atlantique Nord en raison de l'abondance de sédiments relâchés lors de la dernière déglaciation, et de l'ajustement isostatique toujours en cours. S'y ajoutent d'autres tendances hydroclimatiques décrites plus haut, dont l'adoucissement hivernal. Cet adoucissement a de multiples impacts sur la côte, dont certains spécifiques aux milieux nordiques, comme la réduction de la couverture de glace et la variabilité des cycles de gel-dégel. Ainsi, de nombreux changements passés ont marqué les côtes de l'Atlantique Nord déglacé, mais ceux attendus pour le futur sont particulièrement importants en raison de la population qui habite les littoraux. Les côtes de l'Atlantique Nord sont donc sensibles aux changements et présentent une grande diversité : l'évaluation de vulnérabilité devra être suffisamment polyvalente pour en tenir compte.

D'autre part, du point de vue des enjeux, ces changements passés et futurs ont des implications multiples pour les communautés côtières. Le littoral de l'Atlantique Nord est peuplé de communautés de culture essentiellement occidentale et de diverses tailles. En contexte d'analyse de l'adaptation aux changements climatiques, cerner des petites communautés ayant une identité maritime forte et dont

l'administration publique est simple permettra d'approfondir les aspects de gouvernance dans un temps et avec des ressources raisonnables pour un projet de thèse. Ainsi, des études de cas de petites communautés côtières autour de l'Atlantique Nord offrent la possibilité de considérer de nombreuses facettes des impacts des changements climatiques en zone côtière.

Par souci de rigueur scientifique, mais aussi de réalisme pour un travail de thèse, le nombre suffisant de communautés pour y élaborer l'évaluation de la vulnérabilité a été fixé à trois. Les communautés sélectionnées sont celles de Carleton-sur-mer et Maria, toutes deux partageant une unité hydrosédimentaire et localisées dans la MRC d'Avignon au Québec (ci-après communauté d'Avignon), celle de Kilkeel dans le comté de Down en Irlande du Nord (Royaume-Uni), et celle de Chipiona en Andalousie atlantique en Espagne (Figure 1.1). Ce choix provient d'une part d'un désir d'ajuster des outils développés pour le Québec pour les rendre robustes dans d'autres sociétés et, d'autre part, d'opportunités de recherche avec les universités locales.

Figure 1.1. Illustration des sites d'étude



Avignon et Kilkeel ont été englacées, alors que la troisième est aussi constituée de côtes quaternaires meubles et diversifiées, mais n'a pas été englacée lors du dernier maximum glaciaire. Elles ont été sélectionnées sur la base des trois critères suivant : la similarité de géodiversité, 2) la distribution de côtes naturelles/artificielles pour obtenir un échantillon représentatif de divers climat et types de côtes, 3) la disponibilité des données sur le trait de côte historiques. Du point de vue de la géodiversité, les trois communautés sélectionnées sont situées sur des marges passives, sous des tendances érosives ou de subsidence, les principaux types de côtes y sont des falaises sédimentaires/protosédimentaires, des falaises meubles quaternaires (sauf en Andalousie), comportent des systèmes dunaires ou de flèches littorales, des marais salés, des plages de sables, graviers ou galets, des estuaires. Les trois systèmes ont des marées semi-diurnes, d'ampleur micro- à mésotidale. Au sujet

du vent, du fetch et de l'énergie de vagues, les conditions d'océan ouvert en mer d'Irlande et en Andalousie sont similaires à celles du golfe du Saint-Laurent. Même si dans le fond de la baie des Chaleurs, où est située Avignon, un certain effet d'entonnoir est présent, les processus marins dominent clairement la dynamique hydrologique, comparativement aux variations fluviales. Les villages ont aussi été sélectionnés sur la base de leurs similitudes socio-économiques (taille de la communauté, principales activités économiques, et un rôle institutionnel marginal (pas une capitale). À Avignon, la population est d'environ 4000 habitants (Stat.Can. - Statistics Canada, 2007), de 6300 à Kilkeel (NISRA - Northern Ireland Statistics and Research Agency, 2005), et de 18 500 à Chipiona (IEA - Instituto de Estadística de Andalucía, 2010) : tous sont des petits villages ruraux en comparaison avec les villes voisines, et sont reconnus pour leur identité maritime liée à la pêche et au tourisme.

En terme de population côtière, la densité dans la première ligne de côte est similaire, bien qu'elle représente un moins grand pourcentage à Chipiona (Tableau 1.1). Elle y croît d'ailleurs plus vite dans les bandes de 50 et 100 m, ce qui indique que le milieu est plus urbanisé qu'à Avignon et Kilkeel. Cependant, les villages sont plus gros en Espagne et les trois communautés ont des importances administratives similaires (c'est-à-dire marginale, mais pas la plus petite) au sein de leur région.

Tableau 1.1. Caractéristiques de la population côtière dans les sites d'étude

Site	*	Estimé du nb. de ménages	Population totale	% de la population totale	Longueur du trait de côte	Densité côtière* (pers./km)
Avignon	1 ^{ère} ligne	~60	4000	3%	~50 km	2,6
	50 m	~80		4%		3,5
	100 m	~200		11%		8,8
Kilkeel	1 ^{ère} ligne	~50	6300	2%	~35 km	3,1
	50 m	~60		2%		3,8
	100 m	~200		7%		12,6
Chipiona	1 ^{ère} ligne	~20	18500	0%	~20 km	2,2
	50 m	~200		2%		22,0
	100 m	~1000		12%		110,0
	*Hypothèse de 2,2 personnes par ménage					

1.6.8 Retombées attendues

La première retombée attendue est une sortie méthodologique, soit un outil d'aide à la décision pour les communautés côtières, qui pourrait éventuellement être utilisé dans un contexte de politiques publiques. Des retombées transitoires nécessaires à cette réalisation concernent :

- 1) une méthode de prédiction haute résolution des conditions d'érosion pour le futur;
- 2) une méthode d'évaluation de l'adéquation des structures de protection selon le type de côte;
- 3) des indicateurs de perception des risques à intégrer dans l'évaluation de la vulnérabilité;
- 4) des indicateurs de perceptions de la gouvernance des risques pour les mêmes fins;
- 5) une méthode d'analyse des enjeux institutionnels multi-échelle en contexte de gestion durable des communautés côtières faisant face au risque d'érosion.

Des retombées indirectes touchent la production de nouvelles connaissances scientifiques sur l'érosion dans ces sites d'études, mais surtout sur les impacts, les perceptions et le contexte institutionnel d'adaptation dans les communautés étudiées.

1.6.9 Limite principale

La limite principale de cette étude est reliée au choix des sites d'étude. Le choix de trois communautés rurales de petite taille et en contexte occidental implique que la méthode aura probablement des contraintes d'usage pour des situations urbaines ou des premières nations.

1.6.10 Motivations

1.6.10.1 Motivation scientifique

Du point de vue scientifique, il s'agit avant tout d'une thèse méthodologique. L'objectif en est un de développement et d'application d'un profil diagnostique pour les communautés : une évaluation intégrée de la vulnérabilité à l'échelle des communautés qui puisse être reproduite peu importe le type de côte et l'exposition aux aléas. La contribution se situe dans un cadre de recherche appliquée, où la production de connaissances scientifiques sur les communautés étudiées, avec leur contribution, est au cœur de la démarche.

1.6.10.2 Motivation sociale

Ce projet s'intègre dans les axes de recherche de la chaire de recherche en géoscience côtière de l'UQAR, qui est financée par plusieurs ministères du Québec. Le volet de ma thèse concerne spécifiquement le développement d'une méthode d'évaluation de la vulnérabilité des communautés côtières adaptée aux côtes québécoises. Vu le débat

sur la définition de la vulnérabilité exprimé ci-dessus, celle exprimée dans cette thèse reflète les choix de l’auteure au meilleur de ses connaissances scientifiques, validés par l’équipe de direction.

La recherche est aussi ancrée dans les communautés et fournit une opportunité d’implication des citoyens et gestionnaires. Les objectifs n’ont pas été définis par les communautés elles-mêmes et cela pourrait être amélioré, mais le projet vient d’une chaire de recherche gouvernementale, et répond donc indirectement aux besoins définis par les répondants du milieu de la gestion côtière. Les résultats attendus ont aussi une pertinence sociale élevée. La méthode proposée vise à identifier les facteurs de la vulnérabilité d’une communauté, et permettra par extension de cerner des pistes d’adaptation et de réduction de la vulnérabilité modulées en fonction de chaque contexte local.

1.6.11 Cadre éthique

En regard des enjeux humains de l’étude proposée, aucun risque spécifique n’est connu pour les participants. Afin d’assurer le respect des personnes, les sondages et entrevues semi-dirigées resteront anonymes et confidentiels, et ont fait l’objet d’un processus de certification éthique auprès des instances universitaires. De même, par respect pour les communautés étudiées, des activités de divulgation proactive et d’évaluation des résultats ont été et seront réalisées.

1.6.12 Organisation de la thèse

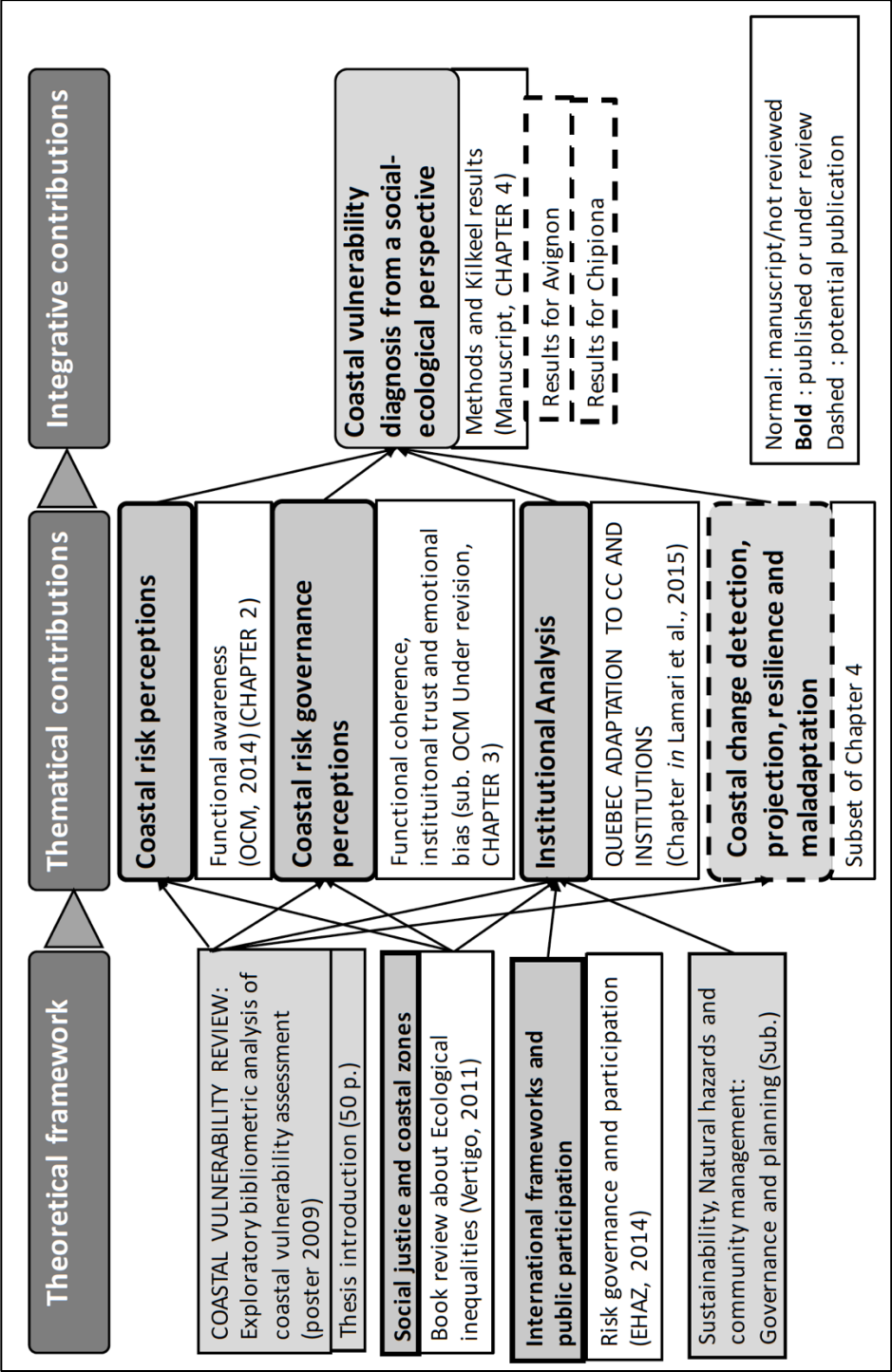
La thèse est divisée par articles et est basée sur les productions scientifiques réalisées au cours des sept dernières années, dont la liste exhaustive est située en annexe A. Le premier chapitre traite des perceptions des risques et a été publié par le *Journal of Ocean and Coastal Management*. Le second traite de la perception de la gouvernance des risques côtiers : il a été soumis au même journal et est en processus de révision.

Le troisième chapitre comprend un manuscrit qui présente l'évaluation de vulnérabilité développée dans cette thèse et présente l'exemple de Kilkeel. Il sera soumis et a été écrit pour *Journal of Irish Geography*. Ces articles sont suivis d'une discussion au quatrième chapitre. La thèse se clôt par une conclusion générale¹.

Par ailleurs, nous aimerions signaler cinq productions scientifiques qui n'apparaissent pas dans cette thèse, mais qui ont contribué à approfondir le cadre théorique sur l'évaluation de la vulnérabilité et la gouvernance durable des risques d'aléas naturels ou à faire le point sur la situation institutionnelle au Québec. Elles ont influencé chacune à leur manière l'ensemble des articles de cette thèse, tel qu'illustré à la Figure 1.2 ci-dessous. Cette figure souligne aussi le potentiel de diviser le dernier article de cette thèse en 2 contributions distinctes, ainsi que la possibilité de poursuivre avec des publications par site d'étude sur la vulnérabilité et Québec et en Espagne.

¹ Chacun des articles est organisé selon sa propre hiérarchie des titres et des sous-titres et numéros de figures et tableaux. Les références de chaque article sont situées après ceux-ci (dans le format demandé par la revue concernée) et se retrouvent également dans la bibliographie générale à la fin de la thèse. Les appendices et données supplémentaires soumises pour révision par les pairs sont aussi situés à la fin de chaque article. Il est à noter que pour des raisons techniques (EndNote), un style uniforme et en anglais est utilisé dans toute la thèse, conforme au *Journal of Ocean and Coastal Management*.

Figure 1.2. Organisation des contributions scientifique



CHAPITRE 2 : ANALYSE DES PERCEPTIONS CITOYENNES DES RISQUES CÔTIERS

2.1 Présentation de l'article

Cet article de recherche porte sur les données récoltées lors du sondage auprès des résidents des communautés côtières dans les trois communautés étudiées, en lien avec les données géoscientifiques de tendances climatiques, dans un cadre conceptuel de « conscientisation fonctionnelle » envers les risques côtiers. L'outil de collecte de données a été bonifié et traduit à partir de travaux préalables de notre équipe (Friesinger and Bernatchez, 2010). Le questionnaire trilingue complet est situé en annexe B et est disponible à l'URL : https://www.researchgate.net/publication/282365785_Questionary_of_citizens_coastal_risk_perceptions_%28model_-_English_French_Spanish%29. Les propriétaires côtiers ont fait l'objet d'une demande formelle en cas d'absence, dont le modèle de lettre est situé à l'annexe C. Chaque participant devait signer un formulaire de consentement dans sa langue courante (en français, anglais et espagnol, voir l'annexe D). D'ailleurs, la recherche dans son ensemble, comprenant ce sondage et des entrevues auprès des décideurs (chapitre 3), a fait l'objet d'une certification éthique (Annexe E). Les données sont disponibles à l'annexe F (supplément numérique)².

La collecte de données, le traitement, le développement conceptuel et la rédaction de l'article ont été écrit par l'auteure principale, puis révisé par les co-auteurs. La portée de cet article est intéressante puisqu'elle s'étend d'un cadre conceptuel à des indicateurs en passant les résultats de la collecte de données sur le terrain.

² Aussi disponible sur demande à ursulebv@gmail.com

Il existe encore peu de journaux traitant de la dimension sociale des changements climatiques et de l'adaptation. Nous avons cependant trouvé que le *Journal of Global Environmental Change* serait approprié pour un article portant sur les indicateurs de perceptions des citoyens en contexte de changements environnementaux. En effet, la description du journal stipule clairement un intérêt envers les contributions du côté social des changements environnementaux, autant les facteurs que les conséquences de ceux-ci (<http://www.journals.elsevier.com/global-environmental-change/>). Il a donc été soumis à ce journal en novembre 2013. Cependant, les éditeurs l'ont retourné un mois plus tard en disant qu'il n'était pas dans les mandats de leur journal. Plus précisément, ils disaient que les études empiriques détaillées dans un ou deux pays étaient publiées seulement lorsque les avancées méthodologiques étaient importantes (voir annexe G pour le détail).

N'ayant pas fait l'objet d'une révision, nous avons donc choisi de le resoumettre avec des modifications mineures pour s'ajuster à un auditoire spécifiquement côtier et l'avons soumis le 31 décembre 2013 au *Journal of Coastal and Ocean Management*. Il est revenu avec des modifications mineures et a été accepté le 11 mars 2013. Suite à la publication, un des réviseurs a spontanément manifesté son appréciation :

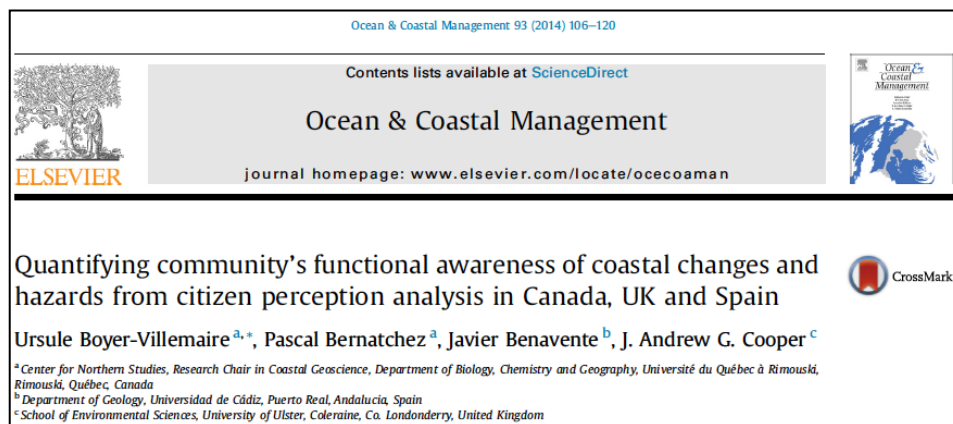
Found the following excellent paper "Community functional awareness of environmental changes and hazards: quantifying perceptions in coastal communities of Canada, UK and Spain" for OCMA review and was so impressed that I simply gave a go-ahead for acceptance without further ado! I see that the paper has thus been accepted. Really excellent, thorough and rare piece of work! Well done to you and your co-authors.

Ceci montre donc que les publications ne connaissent pas toujours un cheminement linéaire et que l'appréciation peut en être très relative. Au moment d'écrire cette thèse, environ 1 an et demie après la publication, l'article trouve un certain intérêt :

- 469 visionnements sur Elsevier un an après la publication, particulièrement au Royaume-Uni, en Chine et au Canada selon le rapport fourni par l'éditeur;

- 148 téléchargements sur ResearchGate au moment de la soumission;
- cité une fois dans un article scientifique selon googlescholar
- cité une fois dans le *Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec* du ministère de l'environnement du Québec (Gaucher, 2014), dans le chapitre « les rives et les côtes », section « Que fait-on pour y remédier? ». <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/rapportsurleau/>

2.2 Quantifying community's functional awareness of coastal changes and hazards from citizen perception analysis in Canada, UK and Spain (published³)

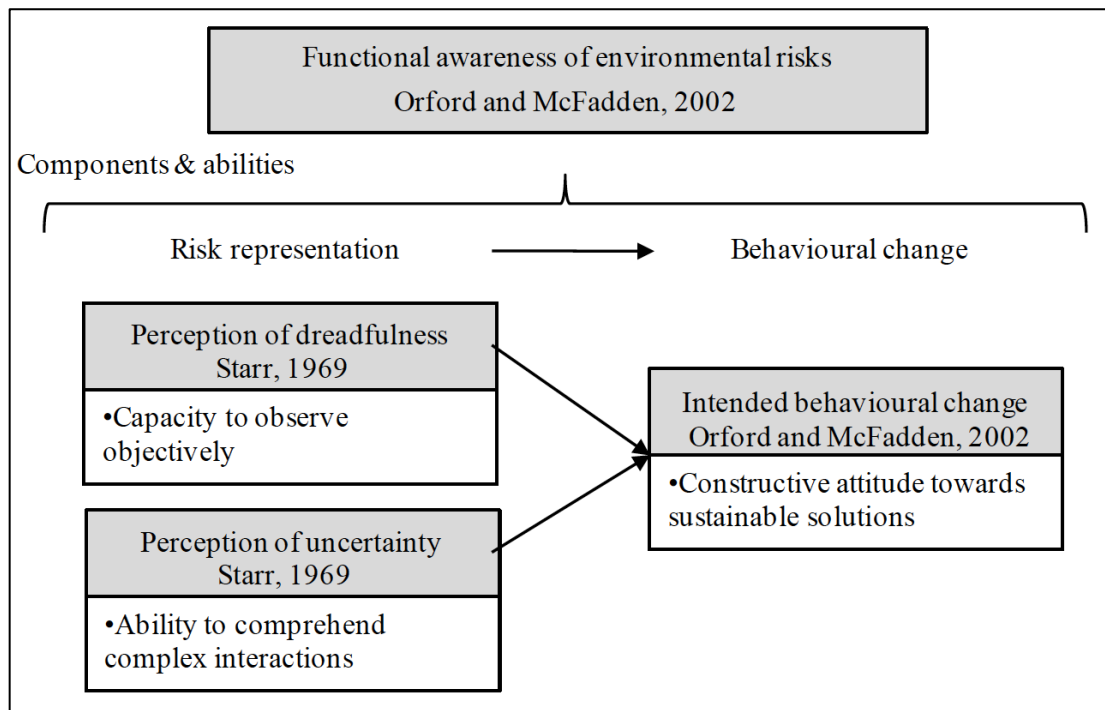


³ Boyer-Villemare, U., Bernatchez, P., Benavente, J., Cooper, J.A.G. (2014) Quantifying community's functional awareness of coastal changes and hazards from citizen perception analysis in Canada, UK and Spain. *Ocean & Coastal Management*, 93, pp. 106-120. DOI: [10.1016/j.ocecoaman.2014.03.016](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.03.016)

Abstract

A community's adaptive capacity in relation to a rapidly changing coastline is strongly related to the perception of environmental risks. Such perceptions are, however, not well understood at the level of communities and have seldom been compared from one country to another. A framework for natural hazard perception is presented using the concept of functional awareness. This level of consciousness sufficient to influence behaviour is represented by a set of indicators that reflect the perception 1) of dreadfulness, 2) of uncertainty and 3) behavioural change. We conducted a survey (n. 125) in three communities exposed to coastal erosion and coastal flooding in Avignon (Quebec), Kilkeel (Northern Ireland) and Chipiona (Andalucia) to measure three themes: 1) the citizen's general knowledge about coastal change, 2) the perception of coastal changes in their community compared to that reported in the scientific literature and 3) their preferences for adaptation solutions. Multivariate analysis was used to identify the main socio-demographical descriptors. The main factors that influence perception were the site characteristics, the cultural experience of the coast, educational level, and duration in the community. Accounting for all three communities, the functional awareness scores exposed that the weakest ability lays in the fragmentation of preferences towards potential solutions. For Kilkeel and Chipiona, this was related to the difficulty of accurately identifying the environmental hazard trends and a lower degree of personal experience of coastline change. In Avignon, which is more functionally aware, partly thanks to targeted education & information and repeated experiences of hazards, the fragmentation of solution preferences would rather be related to inner community variation. Robustly used in these three countries, the functional awareness framework helped identify each community perception breaks and could be used to identify activities to strengthen community adaptive capacity.

Graphical abstract



Highlights

We propose a framework for community functional awareness of environmental risks.

Multivariate analysis reveals site, coast experience, education as main factors.

The community in Canada scored the highest in functional awareness indicators.

Accurate identification of environmental changes was lower in the UK and Spain.

The indicators allow identifying local vulnerability factors and adapted strategies.

1. Introduction

Among other factors, climate change is causing rapidly changing coastlines, increased risks from hazards and thus threatening wellbeing of coastal communities (Agardy and Alder, 2005). Whilst the environmental risk perceptions of citizens play a vital role in the building of adaptive capacity and decreasing vulnerability (Adger, 2006; Grothmann and Patt, 2005), they are not well understood at the level of communities, a scale that is vital in collective decision-making.

The present study addresses community risks perceptions. The main issues addressed in this paper are: 1) the development of an appropriate conceptual framework for assessing community perception of natural hazards; 2) the development of quantitative analysis of key drivers of perception to support the selection of indicators; 3) the empirical weighting of the selected indicators from a new dataset; 4) the validation of the method under different environmental and cultural settings; and 5) the standardized representation of natural hazard perceptions to support decisionmaking. Using a conceptual framework of functional awareness a survey was undertaken in three coastal communities (in Canada, Spain and the UK) to measure citizen perceptions of environmental hazards. A second paper on governance perception in the same risk context complements this article.

1.1 Background

At the scale of a community, the efficiency of coastal adaptation actions greatly depends on the coastal community's adaptive capacity, coping capacity or capacity of response (Smit and Wandel, 2006), which in turn greatly depends on public perceptions of environmental risks or changes (Adger, 2006; Engle, 2011; Gallopin, 2006; Juhola, 2014; Smit and Wandel, 2006). *Community* is understood here as

defined in Smit and Wandel (Smit and Wandel, 2006), as a group of households aggregated in a limited space and interconnected in some way.

Risk perceptions are generally regarded as being an individual process (Grothmann and Patt, 2005), under the “psychometric paradigm” (Loewenstein et al., 2001), in order to better understand the barriers to behavioural changes (Dessai and Sims, 2010) or perfect risk communication strategies (Slovic, 1987). In contrast, the adaptive capacity and vulnerability assessments in the context of climate change are generally assessed based on group/collective characteristics (Birkmann, 2007; Hinkel, 2011). The community scale bridges the gap between disaster risk reduction and climate change adaptation (Birkmann and von Teichman, 2010). At the community scale, the commonality of risk perception (as opposed to fragmented) is a key factor and the specific perception of causes of environmental changes is a “powerful predictor of behavioural intentions” (O’Connor et al., 1999).

In the coastal change domain, perception studies of single-type of coast and/or single-hazard context are common (Bird and Dominey-Howes, 2008; Koutrakis et al., 2011; Roca and Villares, 2012; Wang et al., 2012). Another approach consists in assessing perceptions of coastal management strategies (Myatt et al., 2003). Coastal (climate-related) hazard perception studies combine both the hazard and management strategies perception at the community-scale together (Friesinger and Bernatchez, 2010). That study, however, did not analyse the main factors influencing community perception, unlike the psychometric approach, (Dessai and Sims, 2010; Wang et al., 2012).

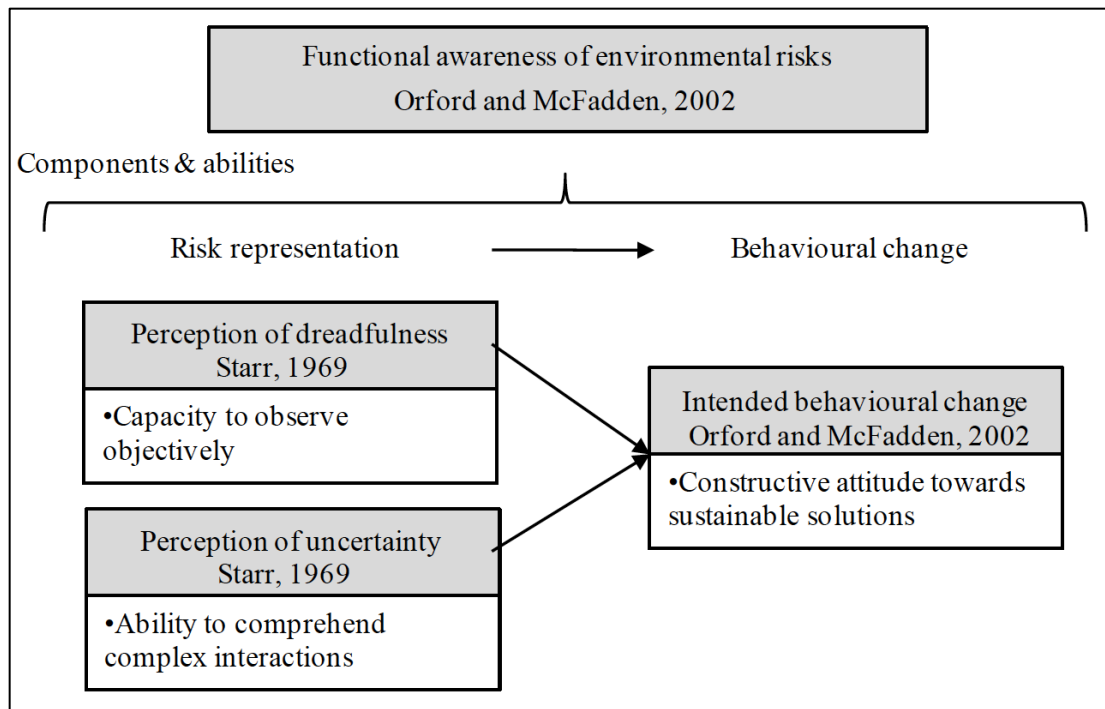
To our knowledge no previous study has proposed representation of perceptions of environmental or coastal risk/changes that could be used as an input for community adaptive capacity or vulnerability assessment. Neither has any previous study compared different societies with respect to coastal hazard perceptions.

1.2 Framework and indicators

In exploring the connection between perceptions and adaptive capacity, the concept of ‘awareness’ extends previous studies. Risk perception was initially defined as a simple risk judgment or emotion by Slovic (1987) and Loewenstein et al. (Loewenstein et al., 2001). However, the kind of environmental risk awareness or “consciousness” that can contribute to sustainable management decision-making is one that modifies the community’s behaviour towards the choice of sustainable strategies, in a context of full understanding of the complex human-environment interactions leading to environmental changes (Orford and McFadden, 2002). This critical level of awareness, termed “functional validity” (Orford and McFadden, 2002), is called *functional awareness* in this paper, (Fig. 1). According to Starr (1969), awareness of environmental risk consists of the perception of two main components: dreadfulness and uncertainty. To “reach” a functional level of awareness, a certain influence on the behaviour – or at least the behavioural intention – must also be evident, otherwise it is a non-functional awareness. Based on a multi-functional conception of the vulnerability of a social-ecological system (the community) (Anderies et al., 2004), choosing a functional definition links awareness to adaptive capacity; the common denominator being the behavioural change.

From this framework, the objective was to develop a set of indicators useful for vulnerability and adaptation capacity assessments. We opted for a semi-quantitative set of indicators. Starting from the three components of functional awareness and detailed literature, generic abilities of an “aware community” (capacity of objective observation, comprehension of uncertainty and helpful attitude towards the solutions, cf. Fig. 1), were each transformed as generic indicators and then formulated specifically for the coastal domain.

Figure 1. Conceptual framework for assessing functional awareness of environmental risk



Derived from the level of functional validity proposed by Orford and McFadden (2002), three main components contribute to a community's functional awareness in terms of sustainable and disaster-reduction decision-making. Sufficient perceptions of dreadfulness and uncertainty combine to modify the intended behaviour of communities. Each component is related to an ability that supports functional awareness. The development of these three abilities is necessary for a community to reach a functional level of awareness, where it become a factor of adaptive capacity rather than a factor of vulnerability.

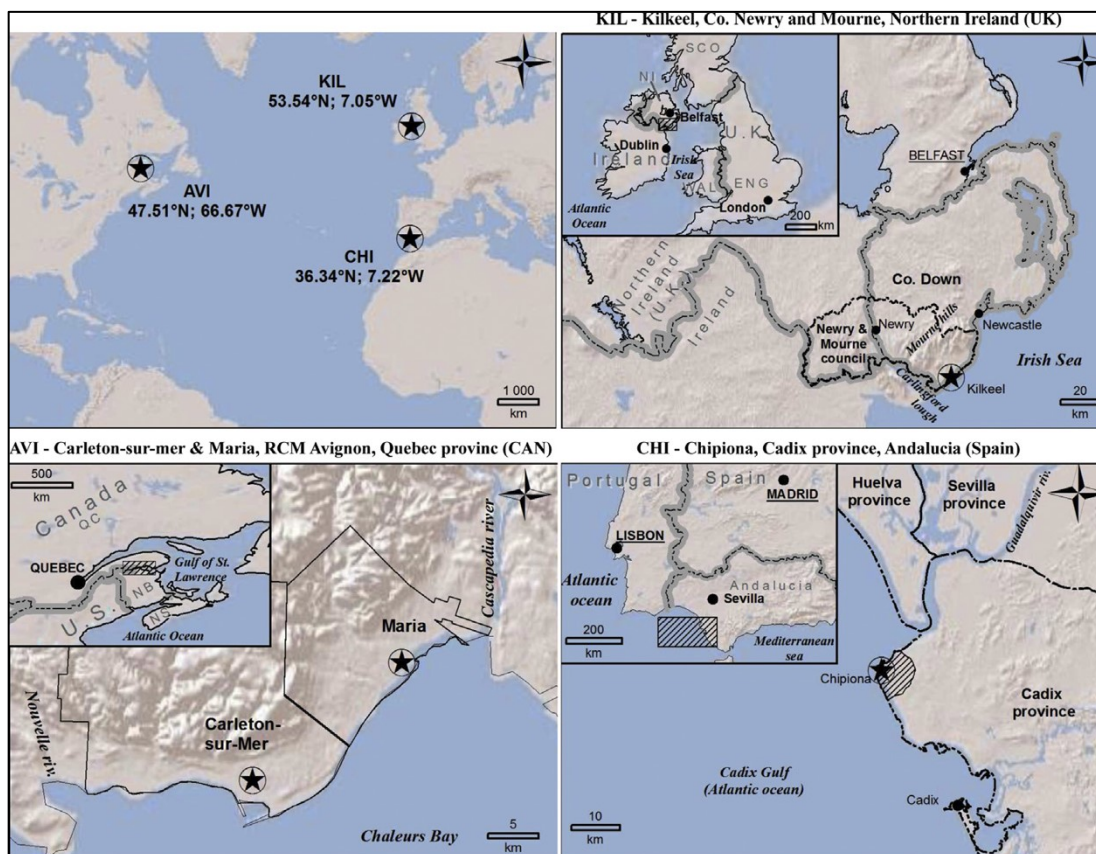
The coastal-specific indicators and their scoring (Tables 1 and 4), were validated using a panel of experts, ensuring 1) a completeness of functional awareness components, 2) the absence of redundancy, 3) sensitivity across sites, 4) a formulation that allows quantification of perception for a single community (space independency) and 5) the ease of collection (through survey) of data coherent with the Guidelines for Integrated Environmental Health Impact Assessment System (<http://www.integratedassessment.eu/>). From these, the simplest scoring system

possible was used for greater repeatability, and thresholds were empirically determined based on the results. For the sake of comparison across communities, green-yellow-red (or light grey-dark grey-black) were used to colour the clusters.

Table 1. Indicators of functional awareness of environmental risks

	Generic indicators	Coastal domain indicator [unit]	Scoring [3 // 2 // 1] ¹
Dreadfulness Objective observation	- Strong concordance of local hazard dynamics perception compared with geoscience data	- Difference between nb. concordance and opposition (each <i>strong</i> + <i>between strong and partial</i>) / total nb. phenomena [n.u.] ⁵	>0.5 // 0.25-0.5 // <0.25
	- Constructive experience of the coast (pleasing/unpleasing/exposure)	- Sum of activities practiced by all respondents/total maximum potential score [n.u.] ⁶ - Past disasters experience [0/1] - Mean ² duration of stay in the coastal community [yrs]	> 0.25 // 0.125-0.25 // <0.125 3 // 1 >45yrs//30-44yrs//<30yrs
Uncertainty Understand complexity	- Understanding of systemic interactions (human-environment) - Understanding of cross-scale dynamics	- Human activity as a cause of coastal erosion (% p.a. ⁷) - Relationship between coastal erosion (local) and climate change (global) (% p.a. ⁷)	>66% // 50-65% // <50% >66% // 50-65% // <50%
	- Understanding of phenomena variability - Mean ² education level (classification ISCED-2011) ³	- Nb. phenom. with all trends >50% answers / total nb. phenom. [n.u] - Mean ⁴ ISCED-2011 level [n.u.] ³	>0.5 // 0.25-0.5 // <0.25 > 4 // 3-4 // < 3
Behavioral change Attitude towards solutions	- Strong valuation of sustainable and preventive approach - Non-overoptimistic perception ⁴ - Strong commonality about solutions	- Nb. Management & preventive solutions in top-6 - Mean ² nb. selected solutions by participants / total nb. solutions proposed > 50% - Nb. Solutions <25% or >75%/total nb. solutions proposed	5-6 // 3-4 // 2-0 < 0.4 // 0.4-0.6 // >0.6 >0.5 // 0.25-0.5 // <0.3
<p>1 Scores are 3 = strong, 2 = intermediate, 1 = weak; 2 Mean = over all respondents; 3 ISCED-2011 is the international standard classification of education provided by UNESCO (2011), where 4 = postsecondary non-tertiary, 3 = upper secondary, 2 = lower secondary; 4 Overoptimistic perception would be blind confidence in the majority of solutions proposed; 5 Cf. section 2.4.2 for explanations about “concordance” and “opposition”; 6 See appendix V; 7 p.a. = positive answer.</p>			

Figure 2. Location of study sites



Three communities were selected for their similarities in terms of biophysical and socio-economical contexts, their exposure to coastal erosion and coastal flooding, and because they form a climate gradient with mean annual temperature increasing from Avignon, to Kilkeel to Chipiona.

1.3 Study sites

1.3.1 Location

To catch inter-environmental and inter-cultural variability, we compared three communities in three different countries (Fig. 2). Avignon (AVI, villages of Carleton-sur-Mer and Maria) is located in the Gulf of St. Lawrence (EGSL) in the Chaleur Bay region, backed by the Chic-choc mountains. Kilkeel (KIL) is in the Co. Newry and

Mourne in Northern Ireland (NI), UK, just North of the Carlingford Lough, which marks the Border with Ireland, backed by the Mourne hills. Chipiona (CHI) is in the Cadix province in Atlantic Andalucía (AA), Spain, north of Cadix Bay and south of the Guadalquivir river mouth. The cases exhibited several similarities, both in the biophysical and the socio-economical settings, and different climate conditions.

1.3.2 Biophysical setting

All three areas are located on passive margins dominated by soft coastlines composed mainly of soft Quaternary cliffs, shingle and sandy beach terraces, and spit systems (Del Río and Gracia, 2009; Dubois, 1993; Knight, (ed.), 2002; Marqués and Juliá, 1985; McCann, 1985; Silva et al., 2006; Stephens, 1985). Salt marsh and estuaries of small rivers are also present in AVI and KIL. Dunes are also present in CHI. The study areas show a mixed distribution of natural and artificial (protection structures) along the coast. All three systems have semidiurnal tides (Pidwirny, 2006) ranging from micro- to meso-tidal (Autoridad Portuaria de la Bahía de Cadiz, 2013; Devoy, 2008; Lu et al., 2001). In terms of wind, fetch and wave energy, the Chaleur Bay is quite similar to open oceanic conditions, with a fetch similar to the Irish sea (around 500 km), while CHI is open on the Atlantic ocean and swell dominated. The three study sites present a climatic gradient: maritime cold temperate in AVI, maritime temperature in KIL and Mediterranean oceanic in CHI. All three areas are subject to erosion and flooding, which was one of the selection criteria (Bird, 2007).

In AVI, the historical coastline retreat rates are low (-0.3 to 0 m/yr), but major events can trigger rapid retreat of up to 15 m (Bernatchez et al., 2012a). The December 2010 and 2005 storm surges caused spectacular flooding and erosion (Bernatchez et al., 2011). In KIL, erosion ranges between 0.1 to 0.5 m/yr (Orford and McFadden, 2002). The residents met during this study reported a mean ca. 0.3 m/yr over the last 3 decades in the Kilkeel cliffs. No major single erosive event was reported in KIL, but

historical buildings and a traditional footpath at the top of the Kilkeel cliffs were lost to the sea over the last century. A respondent also photographed a storm surge that flooded houses in February 2002. In Chipiona, the coastal retreat rates of soft cliffs range between 0.75 and 3 m/yr (Del Río et al., 2013; Domínguez et al., 2004), and could partly be related to the artificial flow regime of the Guadalquivir river and to Chipiona's harbour reinforcement (Gómez-Pina et al., 2012). The urban beaches of Tres Piedras, Regla and Las Canteras are regularly flooded. The surge of winter 2009-2010, the largest in 40 years, was particularly damaging in the Cadix province (Del Río et al., 2012). Over the last century, where the global mean sea level rose by 1.7 mm/yr (Church and White, 2011), the patterns of relative sea level changes were also different among the studied communities, which is partly due to glacial isostatic adjustment. In the Chaleur Bay (AVI), the Belledune tidal gauge station indicated a rise in sea level by 1.09 mm/yr between 1964 and 2003 (Gehrels et al., 2004; Koohzare et al., 2006), but the rate varies across sectors due to local vertical crustal movements, ranging between -1 to -4 mm/yr (Koohzare et al., 2008). It has been constant in KIL in the 1900's, where the sea level trend has been rather stable and the isostatic effect is present but minor, being half distance between Dublin/Holyhead (sea level: +2.13 mm/yr; vertical crust movement: -0.29 mm/yr) and Belfast/Portpatrick (-1.26 mm/yr; +0.75 mm/yr), close to Douglas (-0.21 mm/yr; +0.45 mm/yr) (Woodworth et al., 2009b). In CHI, the eustatic trend was slightly rising (+0.1 mm/yr over the last century) (Marcos et al., 2011) and there are tectonic faults in the Cadix Bay (Silva et al., 2006), but no known isostatic effect. The presence of other climate-related phenomena was established by documentary research and is presented in the results (section 3.1.2). Overall, the three study sites provide a representative sample of diverse climates and types of coasts facing both erosion and flooding hazards.

1.3.3 Socio-economical setting

AVI has 4,000 inhabitants (Stat.Can. 2007), 6,300 in KIL (NISRA 2005), and 18,500 in CHI (IEA 2010). The three communities have inverted population pyramids due to youth rural exodus and have significantly increased population during summer holidays. In AVI, a neorural immigration of specialized workers (hospital) and newly retired has caused a lowering of the average residency time. In KIL, two sub-communities based on religious identity (Protestant and Catholic) coexist, while immigrants constitute a small third group. The three communities have a high dependency on the coastal economy. In AVI, the main economical driver is coastal development and residency, either permanent, secondary housing or newly-retired immigrants, and seasonal coastal tourism, while the regional hospital also feeds the job market. The former nearby wood transformation factories in New Richmond lead the economy during the 20th century, supported by a deep-water wharf in Carleton-sur-Mer District. In KIL, the harbour and fisheries used to lead the activity, but seasonal coastal tourism and consequent building industry, concentrated on the Cranfield Blue-Flag beach replaced it during the few last decades. KIL also sits within the Mourne Area, part of an Area of Natural Beauty (AONB). The KIL community depends on the nearby towns of Newcastle and Newry for most of its commercial activity. In CHI, seasonal coastal tourism is also vital for the community, especially with the Blue-Flag Regla and Las Canteras beaches. Agriculture, especially flowers, crops and vegetables also contribute to CHI's economy, while the building industry (for coastal tourism) went down recently. During sampling, the 2009 economical recession had already affected both KIL and CHI communities, but this was less evident in AVI. A common feature of all three sites is the low job market, all the highest or second highest unemployment rate over each autonomous territory: since the beginning 2013, over 16% in Gaspésie-Les-Îles-de-la-Madeleine region (ISQ - Institut de la Statistique du Québec, 2013) and 8.5% over Northern

Ireland (DETINI - Department of Enterprise Trade and Investment of Northern Ireland, 2013), and largely higher in CHI with 36,37% in 2012 in Cadix province (INE - Instituto Nacional de Estadística, 2013). Overall, all three villages are similar in their small size compared to neighbouring cities, have main economic activities related to the coast, either/and through fisheries and tourism, and face environmental changes mostly with local human and financial resources.

2. Methods

2.1 Survey content

The survey content is based on the framework for functional awareness (section 1.2, Figure 1) for the case of coastal (climate-related) hazards, causes and solutions. It builds from Friesinger and Bernatchez's method and questionnaire (2010). The questionnaire comprises sections about 1) perception of hazards and trends, 2) causes and seasonality of coastal erosion and flooding and 3) management strategies. In their method, the results of section 1) are then compared with the survey of geoscience data about hazard trends. The original questionnaire was updated and translated in English and Spanish, while the initial version was in French (c.f. Appendix A: List of questions; full questionnaire available upon request). Regular socio-demographic descriptors were also collected (c.f. section 2.3). Most questions are semi-quantitative, as it proved to be common in hazard perception studies (e.g., Wang et al., 2012), useful for comparing various sites, and uses low resources. As part of a broader study, additional questions were included on governance perception (Boyer-Villemaire, sub.) and mapping of intangible landscape values. The full questionnaire, including extra questions, lasted between 45 min and 3h, depending on the respondent.

2.2 Data collection

A door-to-door survey conducted in the three coastal communities led to meeting with more than 30 households in each community, for a total of 125 respondents, over 62 person-days of sampling between May 2010 and November 2011. At 95%, the margin of error based on sample size (over the three communities) is 8.7%, satisfactory to support our exploratory analyses and method development, while the precision of indicator thresholds could be improved with more effectiveness. The three samples were stratified in two subgroups: the coastal (first-row houses) residents (CC: 38.2%) and the non-coastal (all others inland) residents (NC: 61.8%). The differences between statistical populations of these two subgroups introduce an asymmetric sampling bias. On one hand, the NC group has been selected randomly at 1 out of 10 houses, while ensuring a geographic distribution over the territory. On the other hand, the coastal subgroup was sampled differently due to 1) the high dispersion of households along the coast and 2) their statistical population being quite limited, and highly variable from one community to the other. Overall CC and NC are balanced with NC . 44.0% vs. CC . 56.0%. Tourists were excluded, but a few second-house owners were included among directly exposed houses. A supplementary diffusion tool (letter presenting the project, soliciting their participation and giving a contact) was distributed to CC residents when absent, and local media were contacted in KIL and AVI to announce the survey. Response rates averaged 31.8% (Table 2). The questions were asked verbally, some of them supported by visual material (lists of items), and the answers were typed live on a computer (MS Word).

2.3 Sample characteristics

Regarding the socio-demographic descriptors (Table 2; Appendix B: Table B.1), we analyzed the gender, age, number of children, household size, duration in the

community, accommodation status, intention of staying in the community, raw household income, education according to the International Standard Classification of Education (UNESCO, 2011), working status and occupation groups according to the International Standard Classification of Occupations (ILO – International Labour Organization, 2008). The proportion of men was slightly higher (56%), but women over 41% in each community. The median and mean age class was 55-59 yrs, ranging between 18-24 to 85-89 yrs, with a gradient between the three areas: younger in CHI (med. 45-49 yrs), intermediate in KIL (med. 55-59 yrs) and older in Avignon (med. 60-65). Other features to mention are highest household size in CHI (3.9 p. / avg. 2.8 p.); lowest duration in community in AVI (30.1 yrs / avg. 36.6 yrs); uniform dominance of owners >93%; uniform intention of staying in the community (avg. 89.3% positive answer); lower education level in CHI (2.3 / avg. 4.1 ISCED-2011 levels), with 16.1% who never went to school; in CHI, higher proportions of housewives (35.5% / avg. 10.6%) and unemployed (16.1% / avg. 5.7%) while more retired than active in AVI (51.8 % vs. 44.8%); dominant occupations among active or retired were professionals and managers in the three communities.

A Spearman correlation analysis (Appendix C: Table C.1), performed with RStudio (v0.96.330) with the function `rcorr.adjust` of the `Hmisc` package (Alzola and Harrell, 2006) allowed to explore the connections between those characteristics and to consequently delete redundant indicators of awareness. The results have to be taken with caution due to small ns. The most important relationship, observed both over the total sample and separately within each community, was a significant correlation between two groups of variables: 1) Education.level (highest)/Income.class (highest)/Occupation group (most specialized) and 2) age.class (highest)/duration.in.community (highest)/household.size (lowest).

Table 2. Sample characteristics

n=125	Avignon, Canada		Kilkeel, UK		Chipiona, Spain		Total	
Respondents	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Total	57	100	36	100	32	100	125	
Non-coastal (NC)	12	21.1	18	50.0	25	78.1	55	44.0
Coastal (CC)	45	79.0	18	50.0	7	21.9	70	56.0
Response rate	%	%	%	%	%	%	%	%
Total		31.7		42.7		21.1		31.8
CC		16.0		31.2		25		21.4
NC		42.3		54.1		17.1		40.5
1. Gender	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
F	25	43.9	15	41.7	15	46.9	55	44.0
M	32	56.1	21	58.3	17	53.1	70	56.0
2. Age	Yrs		Yrs		Yrs		Yrs	
Median / range	60-64	25-89	55-59	25-84	45-49	18-84	55-59	18-90
Mean / SD	61	15	56	14	48	14	57	15
NA nb.	2		3		1		6	

2.4 Data treatment and analysis

2.4.1 Survey results

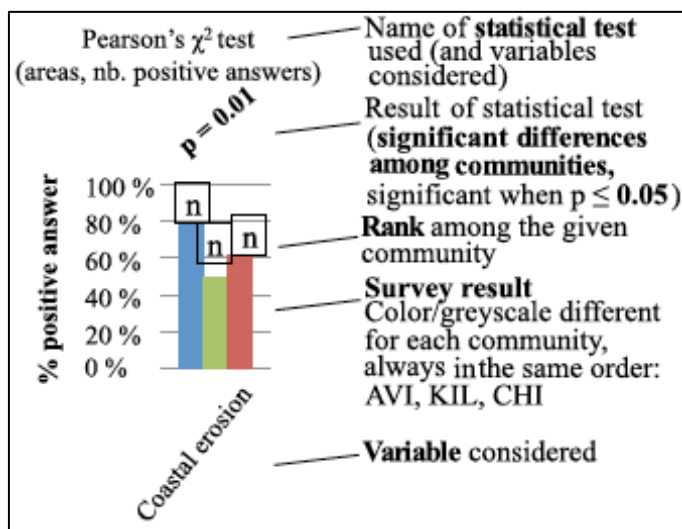
For each quantitative, semi-quantitative or nominal question, frequencies and descriptive statistics were applied for each community (hereafter referred to as *areas*), using % positive answers (p.a.), to focus on respondents responded positively. Significant differences across areas were tested using standard tests (Table 3), based on Cornillon *et al.* (2010). In order to support a comparative, quantitative and multi-criteria approach, synthesized representations of results were drawn, and Figure 3 presents a graphical reading key to ease their comprehension. Multivariate correspondence analysis (MCA), was used to compare the socio-demographic descriptors. The variables *areas* (AVI, KIL, CHI) and *coastal.status* (CC or NC) were

added to the descriptors, while the descriptors *intention.of.staying.in.community* and *accommodation.status* (owner) were removed due to their unimodal distribution. The analysis was performed using the software RStudio (v0.96.330) using the "MCA" function from the package "FactoMineR" (Lê et al., 2008), as recommended by Cornillon *et al.* (2010), and all descriptors were classified as supplementary qualitative data. The analysis was performed for the whole sample, as well as separately for each area. The results were compared using the absolute value of the loadings of each descriptor of the first component, averaged for each section of the questionnaire. For open answer questions, categories were established and the data re-classified to analyse trends by area. For the open question on improvements to coastal management, a lexicometric analysis was performed in order to highlight the similarities of thematic occurrences across areas, using the online software wordle.net, after having removed conjunctions, articles and grammar participles.

Table 3. Selected statistical analysis for each group of variables

Variables or groups of variables	Type of variable (type of answers)	Analysis of difference among areas ^a	Multivariate analysis (groups of variable) ^a
Presence of natural phenomena	Proportion (%yes)	Equivalence proportion	MCA ^b
Trend in natural phenomena	Nominal classes (Increase, decrease, etc.)	Chi-square	MCA
Causes of coastal erosion	Proportion (%yes)	Equivalence proportion	MCA
Relationship between coastal erosion and climate change	Proportion (%yes)	Equivalence proportion	-
Seasonality	Proportion (%yes)	Equivalence proportion	MCA
Attitude towards solutions	Proportion (%yes)	Equivalence proportion	MCA
a Selection based on Cornillon et al., 2010; b MCA: Multiple correspondence analysis.			

Figure 3. Graphical reading key for comparative figures



2.4.2 Comparison of perception with geoscience data

A documentary review of scientific and institutional (official reports) literature on environmental phenomena and past climate change impacts was conducted using ISI Web of Science, Scopus, governmental websites and google.com, in order to identify global trends for each targeted phenomenon (see list in Fig. 4a). Seismic activity was excluded due to its independence from climate. The search yielded 45 references (Appendix D: Tables D.1, D.2, D.3) from which simple trend identifiers (increase, stable, decrease, more extremes), were derived for each phenomenon. When local (community-scale or multi-community scale) information was not available, wider regional information was used. “Mixed cases” were those in which the references did not uniformly point to a single trend. These were labelled stable or increase or stable or decrease, or undetermined when dramatically opposed or in the absence of a reliable source.

Comparison between the survey results and geoscience data used a qualitative 5-level scale from strong concordance to strong opposition, according to the following definitions:

- *strong concordance*: the majority (>50%) of the respondents concurs with a uniform trend in the literature;
- *between strong and partial concordance*: the main trend observed by the respondents concurs with the literature, but was not identified by the majority OR the trend identified by the respondents is uniform, but the literature was a mixed case;
- *partial concordance*: the residents observed a change, but not in majority or not uniformly the same trend, and the literature was also a mixed case, but both are partly concordant;
- *between partial and strong opposition*: the main trend observed by the residents was opposite to the literature, but not identified by the majority OR the residents uniformly observed a trend that is opposite to a mixed case in the literature trends;
- *strong opposition*: the majority (>50%) of respondents identified a trend opposite to uniform a trend in the literature;
- *undetermined*: either or both of respondents and literature trends were “undetermined”.

3. Results and discussion

During a door-to-door survey (n. 125) conducted in the three communities of Avignon (AVI, Canada), Kilkeel, (KIL, UK) and Chipiona (CHI, Spain), households were asked about general knowledge of coastal changes (Fig. 4), about their perception of risk/environmental changes (Fig. 5), which were compared with environmental changes with geoscience data (Fig. 6), about their attitude towards solutions (Fig. 7a), and potential improvements to coastal, land-use or hazard management (Fig. 7b). We also performed multiple correspondence analysis (MCA) to identify the main descriptors of perception (Fig. 8). We then scored the results using indicators of functional awareness (c.f. Section 1.2, Tables 1 and 4) to highlight the strengths and weaknesses of each community. See also supplementary results of activities scores (Appendix E: Table E.1) and knowledge of Agenda 21 in CHI (Appendix E: Table E.2). Overall, the results show a grading in risk representations (Section 3.1) and differing attitudes towards solutions (Section 3.2), therefore a gradient in functional awareness among the three communities: AVI > KIL > CHI (Section 3.3).

3.1 Risk representations

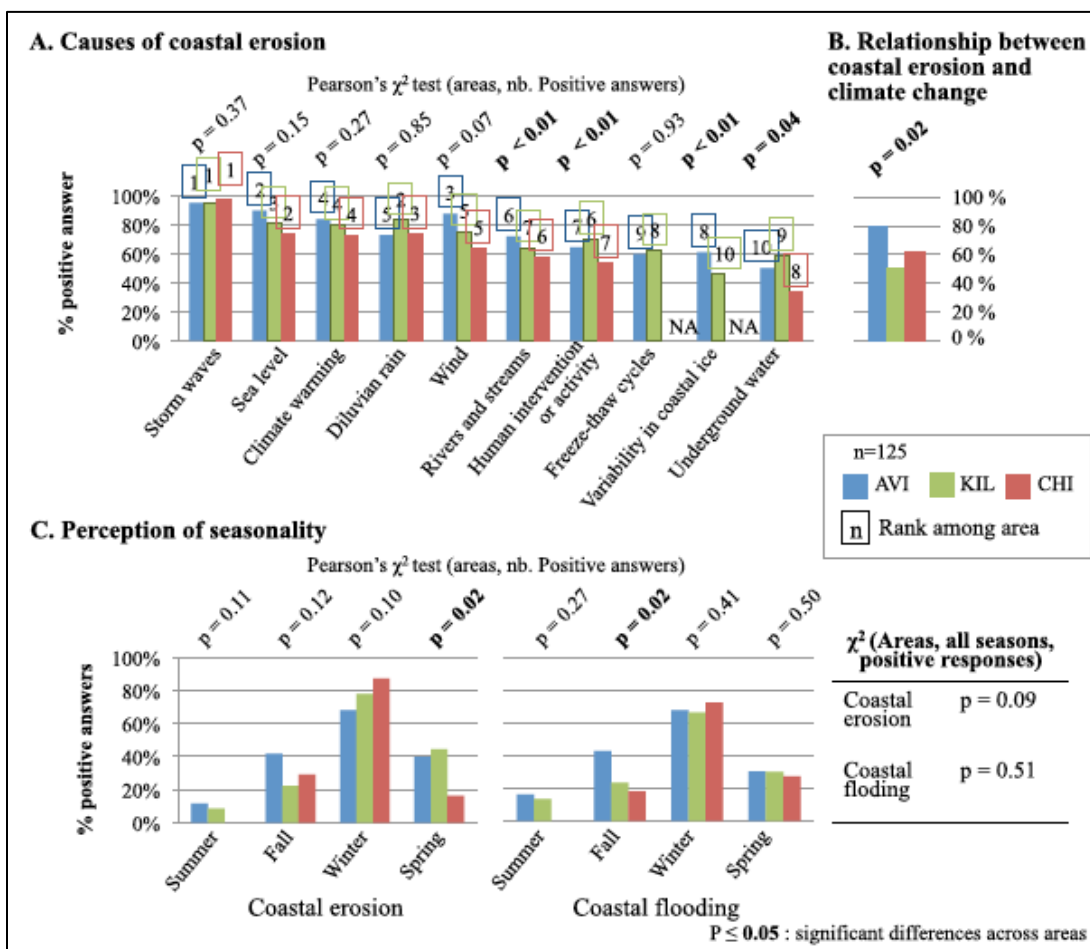
The results indicated two clusters of information of risks representation: a) a common understanding of basic knowledge about coastal erosion causes and seasonality, throughout the three communities and b) significantly different answers depending on the local context for all the other sections of the questionnaire. This is supported by the MCA analysis (Fig. 8) where the composition of factor 1:

- weakly depends on area descriptor for coastal erosion causes and seasonality (low mean loadings: <0.25);

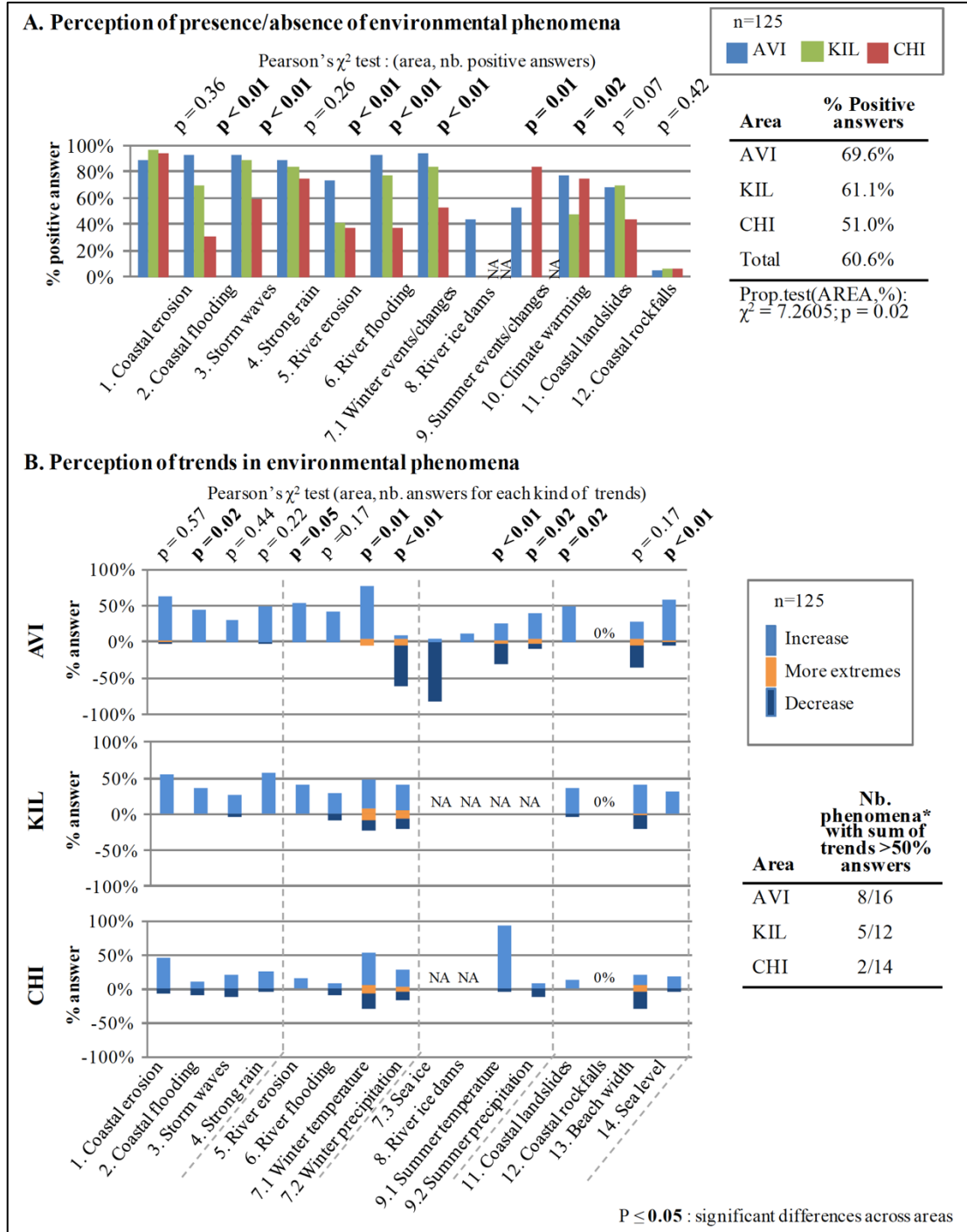
- is greatly influenced by area for the other three sections (mean loadings at least doubled: 0.4–0.55).

In the latter cluster, the communities expressed a clear grading in the risk representations. This uncovers the great influence of the site-specific context over the perceptions, which originate from two conditions, either biophysical or socio-cultural. Perceptions of basic knowledge, dreadfulness and uncertainty are examined in light of this perspective.

Figure 4. Perception of general knowledge

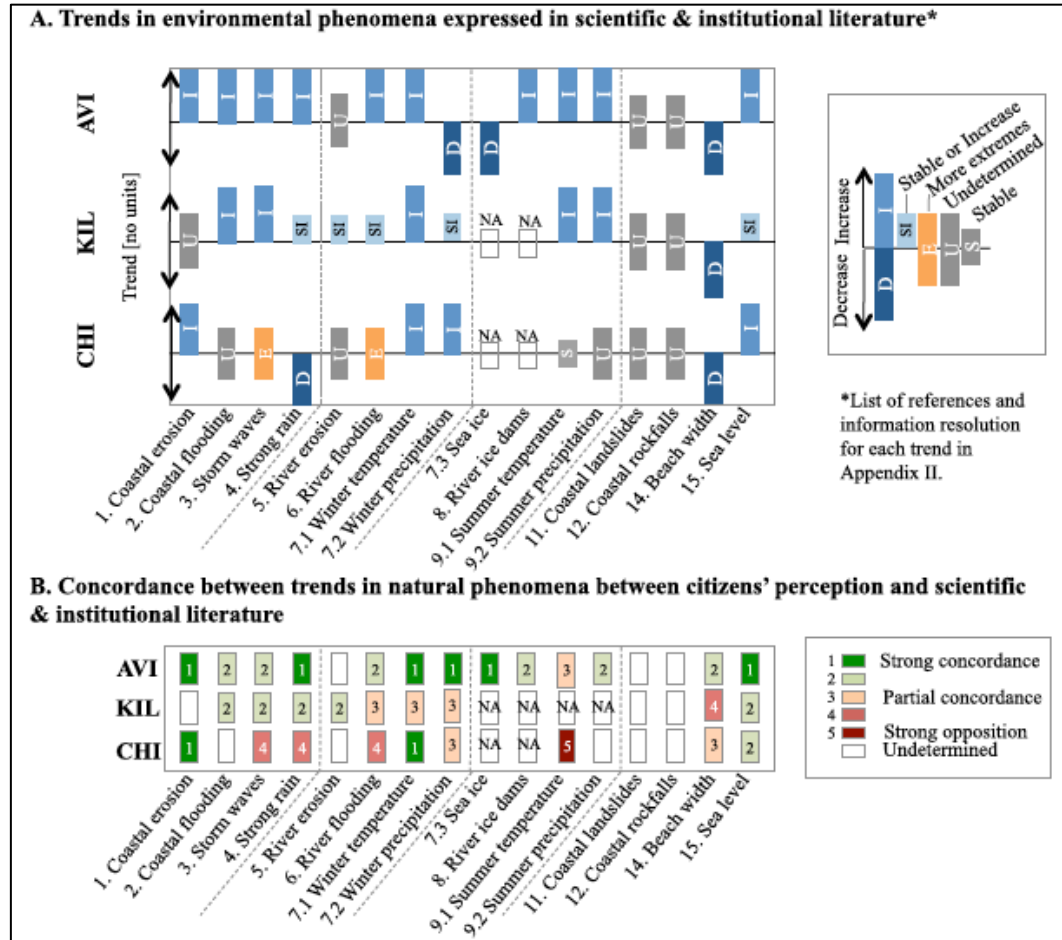


Answers are only among respondents who answered positively at the presence of coastal erosion and/or flooding (Fig. 4a). Above the barplots are the results of the equivalence of proportions test across the areas for each cause (bold: $p \leq 0.05$). A. Perceived causes of coastal erosion (% positive answers and ranking by area). Note the same top 2 in all three areas: storm waves and sea-level, coherent with a great homogeneity of the answers: lack of significant differences among areas of all causes except variability in coastal ice. B. Perceived relationship between coastal erosion and climate change (% positive answers). Note the significantly higher response in AVI, while lowest in KIL. C. Perception of seasonality (% positive answers). At the extreme right is the chi-square test across areas and seasons, tested at 0.05. Note the similar bell shape of the distribution centred on winter season for both coastal erosion and flooding and for the three areas, significantly similar at 0.05.

Figure 5. Perception of environmental phenomena and of their trends

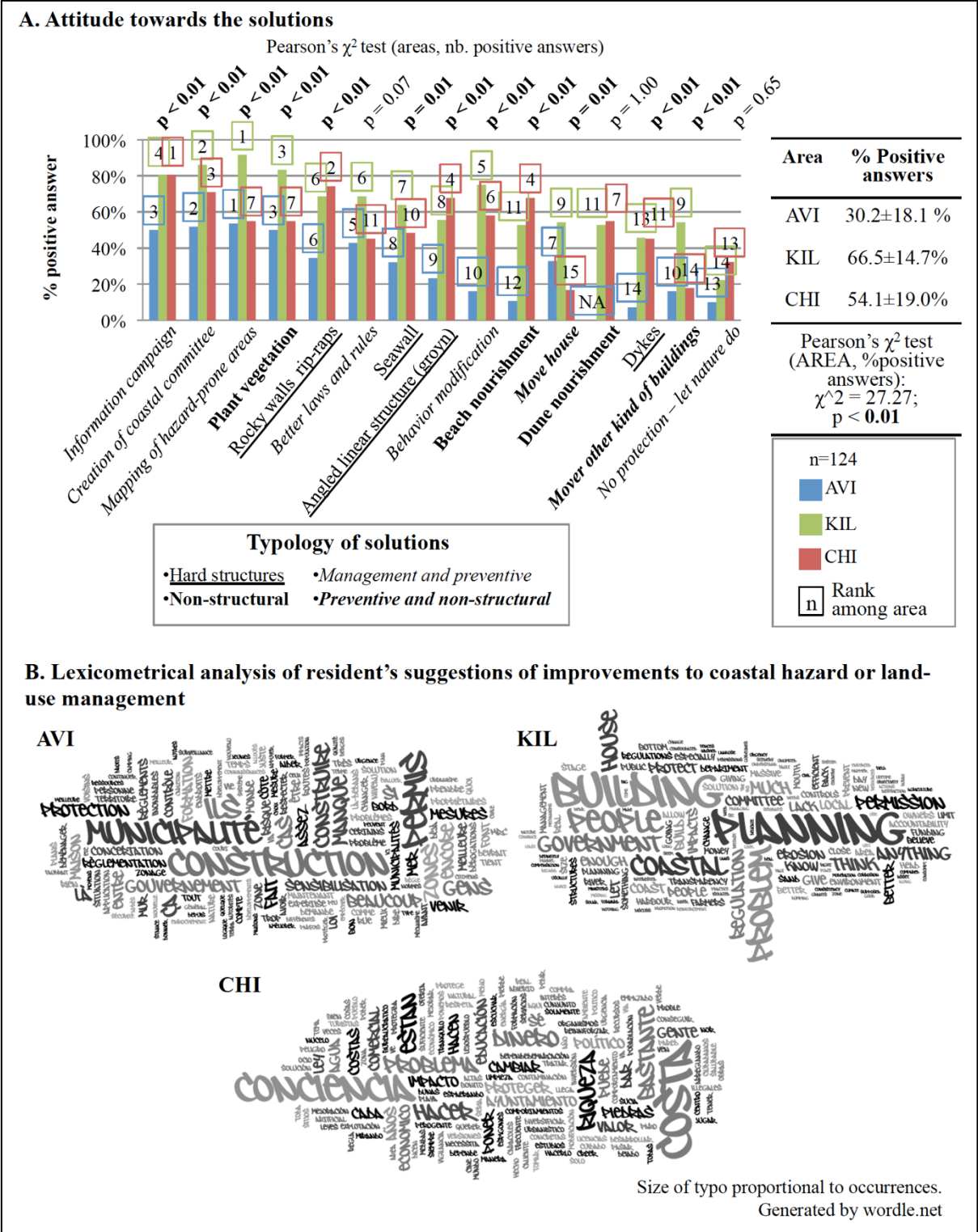
Dashed gray lines are only visual markers, above the barplots are the results of the equivalence of proportions test or Pearson's chi-square test across the areas for each phenomenon (bold: $p \leq 0.05$). A. Perception of presence/absence of environmental phenomena (% positive answers). The table at the extreme right is the % positive answers for all the phenomena together, by area, and at its bottom the corresponding equivalence of proportion tested at 0.05. Note the significantly higher average level of positive answers in AVI. B. Perception of trends in environmental phenomena, among the respondents who noted the presence of a given phenomena (% answers for each kind of trend, decrease expressed in negative %, while more extremes being distributed equally around zero). The table at the extreme right is the nb. phenomena for which the sum of answers stating a trend (whatever the direction of the trend) exceeds 50% of answers, by area, excluding seismic activity. Note the greater nb. of bars reaching 50% in AVI. Note also the quasi-uniform perception about the winter temperature rise and the sea-ice cover decrease in AVI, as well as the summer temperature rise in CHI.

Figure 6. Concordance between perceived environmental trends and geoscience data



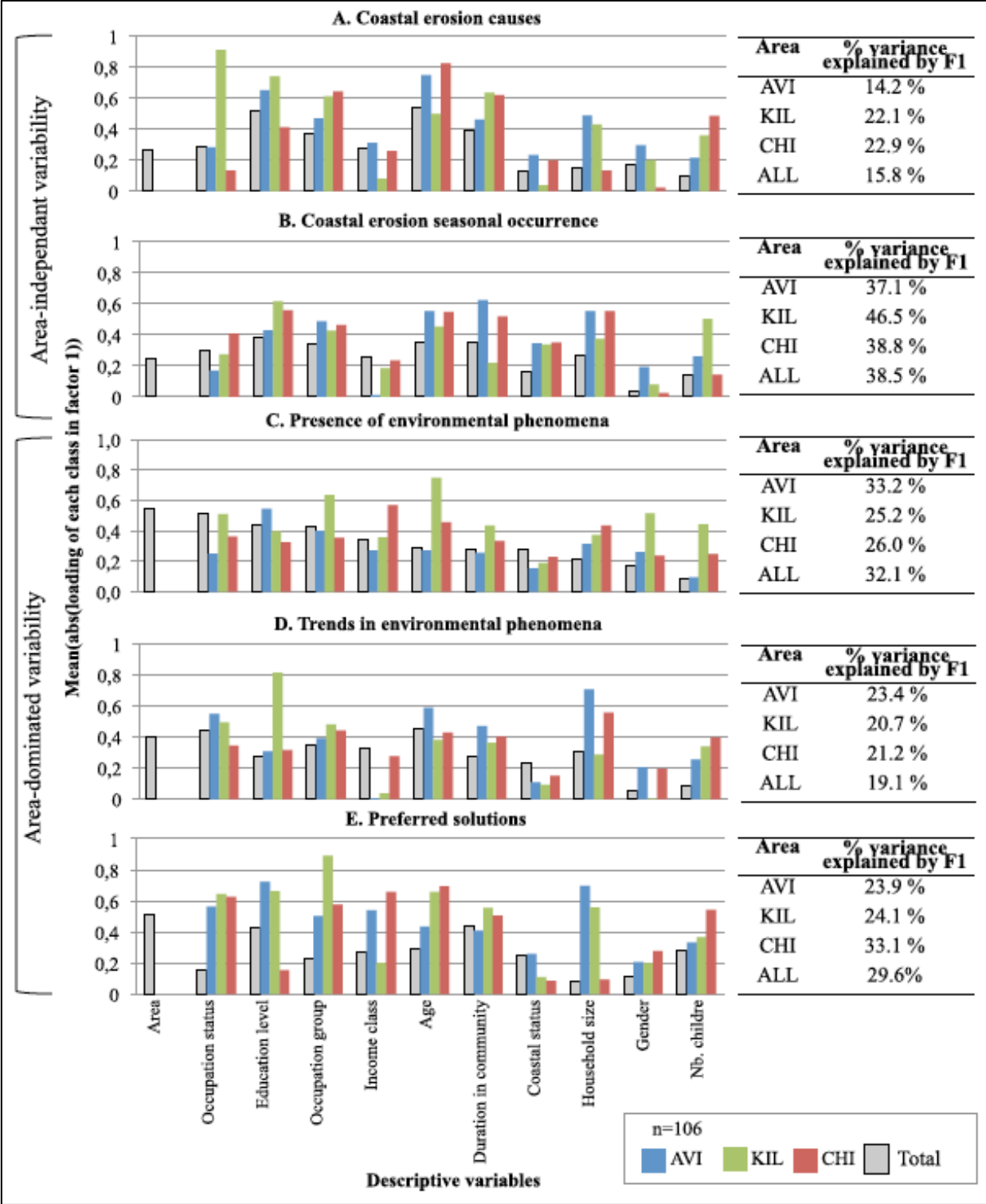
A. Trends in environmental phenomena expressed in scientific and institutional literature. Dashed gray lines are only visual markers. The list of references is available at appendix IV. Note the great number of strongly increasing trends in AVI, the great number of stable or increase in KIL, and the many undetermined in CHI. The most homogeneous trends among the three areas are raising winter temperatures and beach width decrease. Note also the lack of information about coastal erosion trends in KIL and about coastal landslides and coastal rockfalls. B. Concordance between trend in natural phenomena between citizens' perception and scientific and institutional literature. Dashed gray lines are only visual markers. Note the highest number of strong concordances in AVI, the lack of strong trend in KIL, and the mixture between strong concordance and greater number of strong or between strong and partial oppositions in CHI. See Section 2.4.2 for the definition of concordance/opposition levels.

Figure 7. Perceptions of solutions and improvements



A. Attitude towards the solutions (% positive answers and rankings by area). Above the barplots are the results of the equivalence of proportions test across the areas for each cause (bold: $p \leq 0.05$). At the extreme left are the % positive answers averaged for all solutions and corresponding equivalence of proportion tested at 0.05. Note that the most favored of all solutions among all areas being information and education, while mapping of hazard prone area was ranked first both in AVI and KIL. Note also the significantly lower level of positive answers in AVI (lower blue bars). B. Lexicometrical analysis from open question on improvements to coastal hazard and land-use management. The wordclouds were generated by wordle.net and size of typo is proportional to occurrences. Note the two different vocabulary sets: 1) in AVI and KIL, where planning, construction and permission with expectations towards government and municipality appear frequent; 2) in CHI, where consciousness and richness, money and rocks appear the most frequent.

Figure 8. Multiple correspondence analysis (MCA)



Multiple correspondence analysis (MCA): composition of the factor 1, for each section of the questionnaire, for each area and total sample in mean of the absolute loading of each descriptive variable for each set of questions. At the extreme left are the tables of the % of variance explained by factor 1 for each area and total sample. A. Presence of environmental phenomena. B. Trends in environmental phenomena. C. Coastal erosion causes. D. Coastal erosion seasonal occurrence. E. Preferred solutions. Among the total sample (grey bars), note two distinct groups of Sections 1) Sections A, B And E, with a the great loading of the factor area, 2) Sections C and D, where area is low, rather dominated by education level, age and duration in the community.

Table 4. Scores of functional awareness of each community

	Criteria ¹	AVI	KIL	CHI	Total
Dreadfulness	A. Concordance of local hazard dynamics perception compared with scientific and institutional literature: (/6)				
	•(Nb. concordance-nb. opposition)/total nb. phenomena	3	2	1	6
	B. Constructive expérience of the coast: (/9)				
	•Sum of activities practiced by all respondents/total maximum potential score	3	1	2	6
	•Past disasters experience [1/0]	3	1	1	5
Uncertainty	•Mean duration of stay in the coastal community	1	3	2	6
	C. Understanding of complex interactions: (/12)				
	•Human activity as a cause of coastal erosion (%)	2	3	2	7
	•Relationship with coastal erosion (local) and climate change (global) (%)	3	2	2	7
	•Nb. phenomena with sum of trends > 50% / total nb.	3	2	1	6
Behavioural change	•Education level (mean ISCDE-2011 level)	3	3	1	7
	D. Consequent attitude towards sustainable solutions: (/9)				
	•Nb. Management & preventive solutions in top-6	3	3	1	7
	•Mean nb. selected solutions by participants / total nb. solutions proposed	3	1	2	6
	•Nb. Solutions <25% or >75%	2	2	1	5
	TOTAL (/33)	29	24	16	
¹ Colors have been attributed only for the sake of illustrating the differences across areas; thresholds for A were 3=green, 2=yellow, 1=red; thresholds for B & D were 7-9=green, 4-6=yellow, 1-3=red; thresholds for C were 9-12=green, 5-8=yellow, 1-4=red.					

3.1.1 Basic knowledge

The three communities agreed (95% confidence levels) on the following:

1. they similarly perceived the presence of coastal erosion in their community (>80% positive answers in the 3 communities, Fig. 4a), which was one of the selection criteria;
2. they accurately identified the seasonal timing of coastal erosion and coastal flooding mostly occurs during winter (Fig. 6b);
3. they accurately identified the top-2 causes of coastal erosion: storms waves and sea level changes (maximum seasonal spring tides, Fig. 6a).

The perception of seasonality in winter is surprising for AVI community, where the coastline is protected by a coastal icefoot during winter, even though it has decreased over the years. To a similar question, the coastal residents of other communities around the Gulf of St. Lawrence rather pointed fall season (Friesinger and Bernatchez, 2010). The recent 2010/12/06 event in AVI might have interfered in the perception seasonality, since it happened in very late autumn, already frost season. As far as erosion causes were concerned, storm waves were identified as the main factor in all three areas, corroborating the perception described by Friesinger and Bernatchez (Friesinger and Bernatchez, 2010) in the Gulf of St. Lawrence, and is consistent with erosion mechanism described in KIL (McGreal, 1979) and in Andalusia (Losada, 2007). The multivariate analysis performed on the total sample suggested that the perception of seasonality and cause's are influenced by age, education level and duration in the community (Figure 8c, d). Nonetheless, considering that dam-induced (on Guadalquivir river in CHI, (Domínguez et al., 2004), and Silent valley dam in KIL) or structure-induced dynamics (wooden and concrete seawalls in AVI: (Bernatchez et al., 2011)) interfere with the sedimentation patterns in all three areas (section 1.3.2), low ranking of human-related causes (6 or 7th in all three) indicates that the complexity of coastal change was not fully

understood. The formulation of the question, towards the identification of causes rather than an open question, may also explain part of this. Nonetheless, a common basic knowledge exists in the three communities.

3.1.2 Perception of dreadfulness

The perception of dreadfulness differed among areas, and this appeared to be due to a mix of biophysical and socio-cultural contexts. The multivariate statistics suggested the importance of the locality in identifying the presence of phenomena and any trends (high area loadings, Fig. 8c, d).

The community of AVI showed a great ability to observe their exposed and changing environment, as supported by:

1) a perception of a greater number of phenomena (Fig. 5a):

- a greater number of phenomena identified by > 90% of respondents in AVI, (winter events, coastal flooding, storm waves, river flooding), compared to 4 (KIL) and 2 (CHI);
- a great majority of phenomena (8/10) with significantly different answers among the three communities ($p \leq 0.05$), with the exception of strong rain (quite high) and coastal rockfalls (nearly absent in all three);
- a significantly higher level of positive answers overall in AVI (70%) compared to KIL (61%) and CHI (51%) ($p = 0.03$);

2) a perception of a greater number of changes (Fig. 5b):

- the highest level of perceived changes in AVI, with
 - many significantly different phenomena dominated by higher % in AVI, such as a clear decrease in sea ice cover (82% positive answers, $p < 0.01$),

an increase in sea level (56%, $p < 0.01$), a decrease in winter precipitations (57%, $p < 0.01$)

- 48% of answers in AVI indicating perceived changes (increase, decrease or more extremes);
- 10 phenomena out of 17 perceived as changing by over 50% of respondents in AVI;
- an intermediate level of change in KIL (40% of answers indicating a change), with 5 over 12 phenomena being identified as changing by the majority, including increase in strong/diluvian rain events in KIL (57%, $p = 0.22$ not significantly different across areas);
- the lowest level of change perceived in CHI, with only 33% of answers indicating any kind of change and only 2 over 14 changing phenomena identified by the majority of respondents (including a very strong perception of increased summer temperature: 93%);
- overall the perceptions of changes across areas differed significantly, with 8 over 14 phenomena with $p \leq 0.05$;

3) in greatest concordance with geoscience data (Fig. 6b):

- in AVI, a remarkably high number of strong concordances and between strong and partial concordances were observed (6 + 5 phenomena);
- in KIL, there was no strong concordance, nor strong opposition (except beach width: moderate opposition), the observations are dominated by between strong and partial concordances, partly due to many stable or increase trends in the literature, and many trends observed in the right direction, but not by the majority;
- in CHI, the results are very diverse, with 3 concordances, among which 2 were strong (increase in coastal erosion and of winter temperature), but also

many oppositions, the most striking being about summer temperatures, where the residents perceived an increasing trend, not confirmed in the literature.

That increased capacity in AVI relates to their past disaster experience in 2010/12. Nonetheless, it appears not to be the single factors, because, in comparison, the 2008/10 flood in CHI and the 2002 flood in KIL were almost never mentioned by the respondents.

The results illustrate that socio-cultural factors also influence perception of dreadfulness. In KIL and CHI, trends from geoscience data were similar (6 and 7 phenomena showing clear increasing or decreasing trend, respectively, Figure 6a), but the number of identified phenomena (<50%) (Figure 6b), and the concordance with the literature (Figure 6) were lower in CHI. To explain this, a first critical underlying socio-cultural factor is education. In CHI, the general level of education is lower, both in the sample (16% never went to school, Appendix B: Table B.1) and in the population of Cadix province, (illiteracy rate is 20%) (FBBVA, 2007). The number of missing geoscience data was also greater (Figure 6a) than in the two other communities. In addition, they clearly perceived an increasing trend in summer temperatures (Figure 5b), which is opposed to geoscience data (Figure 6). This could originate from misinformation: the influence of the media using terms like “heat waves” for temperature. Nonetheless, a recent survey about the level of concern of Spanish citizens about climate change is overall said to be relatively high (Domínguez Arcos et al., 2011). The Chipioneros do acknowledge their lack of information more than elsewhere, both in the ranking of solutions (“information campaign” ranked first, Figure 7a) and in the high occurrence of this theme in their vocabulary about desirable improvements to coastal and land-use management (*conciencia* = consciousness/*educación* = education, Figure 7b).

Reinforcing the underlying role of education regarding coastal change perception, a targeted information campaign continuously feeds the community of AVI, and a

coastal committee, the *Comité ZIP Baie des Chaleurs* (<http://www.zipbaiedeschaleurs.ca/>), transfers information to citizens and raises the social sensitivity to coastal questions (conservation as much as risks). Furthermore, the respondents frequently cited the Committee. A similar coastal organization known by the respondents in CHI, the club CANS (<http://grupoecologistacans.blogspot.ca>), does not address the theme of risks specifically. No such group is present in Kilkeel, although this lack was already recognized a decade ago in Northern Ireland (Orford and McFadden, 2002). Nonetheless, the NI-Environmental Statistics Report (DOENI 2009), reported an increase in general environmental concerns during the early 2000's, while in 2003/04, 75% of the Northern Irish declared themselves very or fairly concerned about the environment (mostly the topic of climate change); which increased to 81% in 2007/08. The widespread flood episodes in 2000-2001 in central and southern England might have contributed indirectly in raising the collective perception of dreadfulness among the Northern Ireland population (Betts, 2002). Thus, information and education influence the perception of dreadfulness and more generally risk representation.

Another socio-cultural factor explaining a greater perception of dreadfulness in AVI is the differential experience of the coast (Grothmann and Patt, 2005). A strong cultural experience of the coast appears in AVI: despite the lower mean duration of living in the community (Appendix B: Table B.1), the experience is compensated by:

1. a strong pleasing relationship to the coast (most diversity of activities: 0.27 compared to 0.12 and 0.16, respectively for KIL and CHI, all year long with warm or cold weather, Appendix E: Table E.1);
2. past disaster experiences in 2005/12 and 2010/12;
3. a relatively high level of education of new comers, mostly for hospital jobs or wealthy newly retired (see Section 1.3.3).

In CHI, a community well-known for its “beach and sun tourism”, the residents also have a strong activity-based relationship with the coast, but the scope of the activities is narrower than in AVI: with mostly sunbathing and fishing from the intertidal roman rocky fishing corrals (passive fishing structures named corrales de pesca). However, the Chipioneros remain off the coast when storms happen and consequently do not experience the worst conditions. In KIL, the activities are as few as in CHI, but with lower sun occurrence and gradual loss of public access to the coastline (reported by the respondents). The longer duration of living in the community and level of education equals that of to AVI (Appendix B: Table B.1), and seems to compensate for the effects of this reduced cultural experience of the coast. Therefore, the results show that perception of dreadfulness is greater in AVI, lower in CHI, and this originates from a mixture of biophysical and socio-cultural factors.

3.1.3 Perception of uncertainty

Respondents displayed a lower level of understanding of complexity in CHI, as supported by

1. the lowest perception of environmental variability with only <25% of answers indicating any kind of change in environmental phenomena (Fig. 5b);
2. a low perception of cross-scale issues, with 61% of respondents indicating a relationship between coastal erosion and climate change, compared to 80% in AVI (Fig. 4b).

Similarly to perceived dreadfulness, perception of uncertainty originates from biophysical and socio-cultural factors. In CHI, the lowest education level (Appendix B: Table B.1) influences the ability to understand complexity. Nonetheless, the biophysical setting where AVI’s environment changes more obviously than that of CHI definitely influence the level of perceived variability.

Another feature interfering with the perception of complexity is term selection. The expressions “climate warming” and “human intervention or activity” in the list of causes of coastal erosion were selected by a broad majority (KIL . 79% and 69%, respectively, Fig. 4a), but when asked about a potential relationship between “climate change” and coastal erosion, scores were significantly lower in KIL than elsewhere (50%, compared to 61 and 79%, respectively for CHI and AVI, Fig. 4b). This may suggest a cultural prejudice about the concept of “climate change”. Consistently, during data collection for this study, some respondents informally reported being creationist, while others invoked it as a reason to refuse to participate, a relevant a research avenue for risk perception.

In short, both components of risk representation appear strongly determined by the magnitude of natural variability, disaster experience, educational- and information-based contributors. These last two are mainly cognitive factors (capacity to observe and to understand in order to acquire a knowledge), but another set of affective (psycho-social-cultural) factors obviously interferes with cognitive risk representation and will be addressed in a second article on the perception of coastal governance (Boyer-Villemaire, sub.; Grothmann and Patt, 2005).

3.2 Intended behavioural change

Attitudes towards solutions and improvements differed greatly between the AVI and CHI communities, with KIL in between. AVI and KIL have similar perceptions about two features:

- they selected mostly management and preventive solutions in their top-6 solutions (e.g. “creation of a coastal committee”, “mapping of hazard-prone areas”, “better laws and rules”, Fig. 7a);

- the lexica about improvements to coastal and land-use management was dominated by management and built environment measures and pointing out expectations towards authorities: construire = construction/building/house, planning/protection/risque = risk/zones, municipalité = municipality/government, permits = permission, règlements = regulation (Fig. 7b).

They however had opposed attitudes towards hard protection structures, like rock walls (Fig. 7a):

- disapproval for AVI (35% positive answers);
- approval for KIL (69% positive answers) KIL.

In other words, AVI was aware of the negative feedback induced by hard structures on beach width and coastal resilience, (Cooper and Pilkey, (eds.) 2012). This is an interesting result as a survey in the same area in 2005-2006 exposed an approval of 59% for rocky armour (Friesinger and Bernatchez, 2010). This is the trace of their past disaster experience (where most private hard structures have been damaged), and an extensive education campaign conducted by the Quebec's Civil Security Department, the coastal committee and the recurring work of the UQAR in the region, all of which contributed to raise the awareness about the negative feedback induced by hard structures. The commonality of solutions was also weaker in AVI. Indeed, the highly ranked management and preventive solutions only gather a thin majority (all < 55%, avg. % positive answers significantly lower than elsewhere, Figure 7a), which indicates mixed feelings in the community about 'the right solutions'. This behaviour, nonetheless, appears to be coherent with a good understanding of uncertainty, as suggested in a recent survey on sea level rise attitude in the U.S. (MacInnis et al., 2013). This stresses the necessity of seeking social acceptability in coastal public policy. Thus, AVI seemed to have reached a functional level of awareness, as defined by Orford and McFadden (2002).

In KIL, management and preventive solutions were less controversial and approved by strong majority (up to 92% for mapping of hazard prone areas), but their high level of positive answers to nearly all solutions (avg. 67% positive answers, Fig. 7a) also suggest either the lack of guidelines on which to base a choice, and/or an overoptimistic attitude towards the solutions. Targeted education on coastal phenomena and appropriate solutions could be beneficial to the community. Local environmental associations, like the Mourne Heritage Trust (<http://www.mournelive.com/>), could certainly contribute to the effort.

In CHI, the community recognized its lack of information, both in the preferred solutions, where they coherently preferred education and information, and in the proposed improvements, with a great occurrence of conciencia (consciousness) (Fig. 7b). They also largely favoured rigid structures in their top-3 solutions (74%, Fig. 7a), which gages the absence of knowledge about hard structure negative feedback on the sedimentary budget. This is consistent with their weak perception of dreadfulness and uncertainty. However, similarly to AVI, the Universidad de Cádiz and Spanish Coastal Department, have conducted extensive work on the coastline management in the village, like the local Agenda 21 of Chipiona, but more than 80% of the respondents of this study could not identify what Agenda 21 was (Appendix E: Table E.2), suggesting inefficient efforts to reach the citizens. The path towards functional awareness appears longer than in the two other communities, where better documenting the local phenomena appears essential. Nonetheless, the acknowledgement of needed information appears a receptive attitude that will favour the absorption of that information, while the existing local facility (Club CANS, often cited by respondents as local environmental champion), could beneficially contribute to that effort. In short, the gradient in the preferred solutions and improvements reinforced the role of educational (both general level and about protection structures' impacts on the environment) and cultural factors in the behavioural intention consequent to a community's risk representation.

Finally, overall behavioural intention differed significantly among the three sites. The understanding of causes has been recognized as a good predictor of behavioural change (O'Connor et al., 1999), but our results suggests otherwise. Indeed, the three localities had an equal understanding of erosion causes, which cannot explain the differing behavioural intentions in this study. Therefore, in the context of risk perception, other psycho-social factors (information & education, cultural- or of disaster-related experiential factors) must be further explored.

When looking at rankings, the three communities show three similar groups, but CHI is always slightly different from the other two:

- 1) A management-related solutions lead group, that dominated the top-3 scores, composed of
 - “information campaign & education”, the most popular in the whole sample, and first choice in CHI (81%), but only third and fourth respectively for AVI and KIL;
 - “mapping of hazard-prone areas” ranked first in AVI (54%) and KIL (92%), but only seventh in CHI (55%);
 - “creation of a coastal committee” ranked second in AVI and KIL (52% and 92%, respectively), and third in CHI (71%).
- 2) An intermediate group, where the non-structural solutions (nourishment) were ranked lower than structural measures (rigid structures), especially in CHI, where the use of rocky walls ranked second (74%); an exception was planting vegetation, which was third, both in AVI (50%) and in KIL (83%);
- 3) A mixed bottom group, with the least popular and more drastic solutions: dykes, moving other kinds of buildings (low value built assets), and “no protection/let nature do”.

In short, AVI and KIL valued management and preventive solutions and non-structural solutions, while CHI sought for more information and preferred hard structures along with beach nourishment.

3.3 Functional awareness, vulnerability and adaptation

Summing up the results into the indicators of functional awareness for the coastal domain (Tables 1 and 4), AVI had the highest score and only score reaching functional awareness (29/33), while KIL ranked second (24/33), and CHI, third (16/33). The strongest ability among the three areas was the understanding of complex interaction (21 over a potential of 27). The weakest abilities among the three communities concerned the commonality of perception regarding the selection of adequate solutions (5 over potential of 9). The latter points out an interesting avenue for raising adaptive capacity to cope with to climate change in the coastal domain.

The exercise also highlighted key factors of risk perception increasing social vulnerability in each community (and consequent promising adaptive strategies):

- CHI: low concordance between perception and geoscience data (information campaign about coastal risks and changes), low education level (strengthen access to general education), and attitudes towards the solutions (information on sustainable and preventive approach);
- KIL: low positive experience of the coast (increase access to leisure activities) and a blind confidence in all the solutions (information on sustainable and preventive approach);
- AVI: lower duration of stay in the coastal community (rural retention public policies) and commonality of attitude towards solutions (establishing process to seek community consensus about coastal solutions).

3.4 Method assessment

The method developed for assessing the perception of environmental changes is believed to be reliable. First, it builds on adequacy by its anchor in a framework and the survey's question support a holistic definition of awareness. Second, in contexts of developed countries", the semi-quantitative approach was easily repeated and the results are similarly good even when translating the terminology. The assessment technique also required minimum resources for exploratory purpose. In terms of human resources, 62 days-person of survey for 125 households, a number that could be raised for improved statistical significance, if necessary. In fact, we believe the rather sample collected (30–60 households/village) was sufficient and representative, as the dataset reached saturation of answers, given the significant differences higher among areas than within areas. In terms of financial resources, once in the community, only local transportation and a lap-top are required. The method is also reliable based on the consistency of the public observations, which were validated with scientific and institutional data. Truly opposing observations were rare. We conclude that this is a reliable method for vulnerability and adaptive capacity assessments and consequent strategy development. The indicator-based representation of functional awareness adds value to these assessments.

4. Conclusions

In the context of climate-change impacts converging towards the coastal zone, a communities' perception of coastal changes affects its vulnerability and adaptive capacity. We present a conceptual model of functional awareness supported by a semiquantitative set of indicators. The approach as tested in the communities of Avignon (AVI, Québec, Canada), Kilkeel (KIL, Northern Ireland, UK) and Chipiona (CHI, Andalusia, Spain), and perceptions were compared with geoscience data. The results indicated that AVI appeared to have reached a functional awareness level,

where acute risk representation (dreadfulness and uncertainty) combine with a consequent positive attitude towards solutions. Perception of change is highly site-specific. In CHI and KIL the acute perception of dreadfulness was weak. Multiple correspondence analysis confirmed different patterns of perception across the three areas in the perceived dreadfulness and preferred solutions, and highlighted the importance of (i) education and information, and (ii) duration in the community and age. Thus, both biophysical sitespecific characteristics and socio-cultural factors relate to awareness level and together influence the capacity to modify behaviour in the face of coastal change. We proposed a repeatable, reliable assessment of perception of dreadfulness, uncertainty and (intended) behavioural change that reliably tests a community's functional awareness and can thus credibly contribute to adaptive capacity assessment. Finally, functional awareness does not guarantee an efficient management of the coastal environment, as affective-domain factors and the perception of governance, especially the coherence between citizen's and managers perception, may interfere with the materialization of the preferred solutions.

This study implies that building awareness is a first-order factor for both the sustainable management of communities exposed to climate change and disaster prevention, especially in uncertain or ambiguous contexts. As the implementation of measures by policymakers does not make sense if these measures are not understood by the affected populations and thus civil-society may be designated a greater future role, a holistic and participative decisionmaking cannot be achieved without functional awareness. In the most functionally aware community in this study, information and education about environmental changes and risk appeared to raise abilities contributing to functional awareness: observing objectively and accurately the changing environment, understanding the complex interactions with/within the environment and to consequently build adjusted preferences for sustainable solutions. The method proposed here may help identify what is most needed in a particular community to contribute to local adaptive capacity. While direct experience of the

coast raises awareness, targeted information and education campaign also has a great potential, but these need to be carefully anchored in the local environmental reality, as the site-specific context is a main contributor of perception.

Acknowledgements

We would like to thank NSERC (Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada) and FRQNT (Fonds recherche Québécois sur la nature et les technologies) for Ph.D. scholarships to UBV, as well as the Center for Northern Studies and Quebec's Departments of Education, of Transport and of Civil Security for funding. We sincerely thank all the respondents that generously answered the survey. A special thank to the Institut des Sciences de l'Environnement of the UQAM for hosting UBV, and to N. Lewis, A. Caron, and M. Strupler for fruitful discussions. Finally, we are grateful to two anonymous reviewers for their very constructive comments.

Supplementary data

Supplementary data related to this article can be found at <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.03.016> (also at the end of this chapter)

References

- Adger, W., 2006. Vulnerability. *Glob. Environ. Change* 16, 268-281.
- Agardy, T., Alder, J., 2005. Chapter 19: Coastal Systems, Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends, pp. 513-549.
- Alzola, C., Harrell, F., 2006. An Introduction to S and the Hmisc and Design Libraries. Departement of biostatistics, Vanderbilt University. biostat.mc.vanderbilt.edu/RS/sintro.pdf (accessed 2013/05).
- Anderies, J.M., Janssen, M.A., Ostrom, E., 2004. A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. *Ecol. Soc.* 9, 18.

- Autoridad Portuaria de la Bahia de Cadiz, 2013. Calendario de Mareas 2013: Horas oficiales. Puerto de la Bahia de Cadiz, URL: <http://www.puertocadiz.com> (accessed 2013/04), p. 13.
- Bernatchez, P., Fraser, C., Dugas, S., Drejza, S., 2012. Marges de sécurité en érosion côtière : évolution historique et future du littoral de la MRC d'Avignon. Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières. Université du Québec à Rimouski, Rimouski. Report prepared for Quebec Public Security Dpt.
- Bernatchez, P., Frazer, C., Lefavre, D., Dugas, S., 2011. Integrating anthropogenic factors, geomorphological indicators and local knowledge in the analysis of coastal flooding and erosion hazards. *Ocean Coast. Manage.* 54, 621-632.
- Betts, N.L., 2002. 4.1.2 water resources. In: Smyth, A., Montgomery, W.I., Favis-Mortlock, D., Allen, S. (Eds.), *Implications of Climate Change for Northern Ireland: Informing Strategy Development*. SNIFFER, Belfast, pp. 48-63.
- Bird, D., Dominey-Howes, D., 2008. Testing the use of a 'questionnaire survey instrument' to investigate public perception of tsunami hazard and risk in Sydney, Australia. *Nat. Hazards* 45, 99-122.
- Bird, E.C.F., 2007. *Coastal Geomorphology: an Introduction*, second ed. John Wiley & Sons, West Sussex, England.
- Birkmann, J., von Teichman, K., 2010. Integrating disaster risk reduction and climate change adaptation: key challenges, scales, knowledge, and norms. *Sustain. Sci.* 5, 171-184.
- Birkmann, J.e., 2007. *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*. United Nations University Press.
- Church, J.A., White, N.J., 2011. Sea-level rise from the late 19th to the early 21st century. *Surv. Geophys.* 32, 585-602.
- Cooper, J.A.G., Pilkey, O.H. (Eds.), 2012. *Pitfalls of Shoreline Stabilization: Selected Case Studies*. Springer, Dordrecht.
- Cornillon, P.A., Guyader, A., Husson, F., Jégou, N., Josse, J., Kloareg, M., Matzner-Løber, E., Rouvière, L., 2010. *Statistiques avec R*, 2e édition augmentée. Presses universitaires de Rennes, Rennes, France.
- Del Río, L., Gracia, F.J., 2009. Erosion risk assessment of active coastal cliffs in temperate environments. *Geomorphology* 112, 82-95.

- Del Río, L., Gracia, F.J., Benavente, J., 2013. Shoreline change patterns in sandy coasts. A case study in SW Spain. *Geomorphology* 196, 252-266.
- Del Río, L., Plomaritis, T.A., Benavente, J., Valladares, M., Ribera, P., 2012. Establishing storm thresholds for the Spanish Gulf of Cádiz coast. *Geomorphology* 143-144, 13-23.
- Dessai, S., Sims, C., 2010. Public perception of drought and climate change in southeast England. *Environ. Haz* 9, 340-357.
- DETINI – Department of Enterprise Trade and Investment of Northern Ireland, 2013. Economic Overview > Statistics & Economic Research. <http://www.detini.gov.uk/deti-stats-index/deti-stats-index-2.htm> (accessed 2013/07).
- Devoy, R.J.N., 2008. Coastal vulnerability and the implications of sea-level rise for Ireland. *J. Coast. Res.* 242, 325-341.
- DOENI – Department of the environment Northern Ireland, 2009. Northern Ireland Environmental Statistics Report. Northern Ireland Statistics and Research Agency (NISRA) and Northern Ireland Environment Agency (NIEA), Belfast, p. 71.
- Domínguez Arcos, F., Labandeira Villot, X., Loureiro García, M., 2011. Políticas contra el cambio climático y preferencias sociales en Galicia y España. *Rev. Galega Econom.* 20, 1-20.
- Domínguez, L., Gracia, F.J., Anfuso, G., 2004. Tasas de avance/retroceso de la línea de costa mediante morfometría fotogramétrica en el sector Sanlúcar de Barrameda - Rota (provincia de Cádiz). *Rev. Soc. Geol. Espan* 17, 71-86.
- Dubois, J.-M.M., 1993. The St. Lawrence river system, Atlantic coast of quebec. In: Hildebrand, L.P. (Ed.), *Coastlines of Canada*, 8th Symposium on Coastal and Ocean Management. ASCE, New Orleans, pp. 159-169. July 19-23, 1993.
- FBBVA – Fundación BBVA, 2007. La Población de Cádiz. *Cuad. Fund. BBV Población* 14, 16.
- Friesinger, S., Bernatchez, P., 2010. Perceptions of Gulf of St. Lawrence coastal communities confronting environmental change: hazards and adaptation, Québec, Canada. *Ocean. Coast. Manage* 53, 669-678.

- Gallopín, G., 2006. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Glob. Environ. Chang.* 16, 293-303.
- Gehrels, W.R., Milne, G.A., Kirby, J.R., Patterson, R.T., Belknap, D.F., 2004. Late Holocene sea-level changes and isostatic crustal movements in Atlantic Canada. *Quat. Int.* 120, 79-89.
- Gómez-Pina, G., Muñoz-Pérez, J.J., Figueres, M., Garrido, J.M., Ponce de León, D., Pérez, A., Velasco, M., Lizond, S., 2012. Study of cliff shoreline erosion. In: *Proceedings of the International Conference on Coastal Engineering 2012 June 29-30, 2012 (Santander, Spain)*.
- Grothmann, T., Patt, A., 2005. Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change. *Glob. Environ. Chang.* 15, 199-213.
- Hinkel, J., 2011. "Indicators of vulnerability and adaptive capacity": towards a clarification of the science-policy interface. *Glob. Environ. Change* 21, 198-208.
- IEA – Instituto de Estadística de Andalucía, 2010. Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía. Consejería de Economía y Hacienda, Junta de Andalucía.
- ILO – International Labour Organization, 2008. ISCO International Standard Classification of Occupation. International Labour Organization. <http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/index.htm> (accessed 2013/04).
- INE – Instituto Nacional de Estadística, 2013. Encuesta de Población Activa (EPA): Segundo trimestre de 2013 Nota de Prensa (25 07 13.).
- ISQ – Institut de la Statistique du Québec, 2013. Taux d'activité, d'emploi et de chômage, données désaisonnalisées, par région administrative, Québec, 2e trimestre 2012 au 2e trimestre 2013 > Tableaux statistiques > Indicateurs de marché du travail > Travail et Rémunération. ISQ. http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/march_travl_remnr/parnt_etudn_march_travl/pop_active/stat_reg/ra_taux_trim.htm (accessed 2013/07).
- Knight, J., 2002. Field Guide to the Coastal Environments of Northern Ireland. University of Ulster, Coleraine.
- Koohzare, A., Vaníček, P., Santos, M., 2006. Compilation of a map of recent vertical crustal movements in Eastern Canada using geographic information system. *J. Surv. Eng.* 132, 160-167.

- Koohzare, A., Vaníček, P., Santos, M., 2008. Pattern of recent vertical crustal movements in Canada. *J. Geodyn.* 45, 133-145.
- Koutrakis, E., Sapounidis, A., Marzetti, S., Marin, V., Roussel, S., Martino, S., Fabiano, M., Paoli, C., Rey-Valette, H., Povh, D., Malvarez, C.G., 2011. ICZM and coastal defence perception by beach users: lessons from the Mediterranean coastal area. *Ocean. Coast. Manage* 54, 821-830.
- Lê, S., Josse, J., Husson, F., 2008. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. *J. Stat. Softw.* 25, 18.
- Loewenstein, G.F., Hsee, C.K., Weber, E.U., Welch, N., 2001. Risk as feelings. *Psychol. Bull.* 127, 267-286.
- Losada, I.J., 2007. Impactos del cambio climático en la costa española. In: Fundación Juan March Presentation series El clima que viene, 27/11/2007, Madrid, p. 82.
- Lu, Y., Thompson, K.R., Wright, D.G., 2001. Tidal currents and mixing in the Gulf of St. Lawrence: an application of the incremental approach to data assimilation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58, 723-735.
- MacInnis, B., Krosnick, J., Caldwell, M., Abeles, A., Howe, L., Markowitz, E., 2013. Preparing for the Effects of Global Warming: the American Public's Perspective on Sea Level Rise. Woods Institute for the Environment at Stanford University Unpublished work presented at the National Press Club, March 28, 2013,. Center for Ocean Solutions at Stanford University, Washington, D.C, p. 69.
- Marcos, M., Puyol, B., Wöppelmann, G., Herrero, C., García-Fernández, M.J., 2011. The long sea level record at Cadiz (southern Spain) from 1880 to 2009. *J. Geophys. Res.* 116, C1200.
- Marqués, M.A., Juliá, R., 1985. 55. Spain. In: Bird, E.C.F., Schwartz, M.L. (Eds.), *The World's Coastline*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, pp. 397-410.
- McCann, S.B., 1985. 35. Atlantic Canada. In: Bird, E.C.F., Schwartz, M.L. (Eds.), *The World's Coastline*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, pp. 235-240.
- McGreal, W.S., 1979. Cliffline recession near kilkeel N. Ireland; an example of a dynamic coastal system. *Geogr. Ann. A* 61, 211-219.

- Myatt, L.B., Scrimshaw, M.D., Lester, J.N., 2003. Public perceptions and attitudes towards a forthcoming managed realignment scheme: Freiston Shore, Lincolnshire, UK. *Ocean. Coast. Manage* 46, 565-582.
- NISRA - Northern Ireland Statistics and Research Agency, 2005. Northern Ireland Census 2001 Key Statistics for Settlements. Department of Finance and Personnel.
- O'Connor, R.E., Richard, J.B., Fisher, A., 1999. Risk perceptions, general environmental beliefs, and willingness to address climate change. *Risk Anal.* 19, 461-471.
- Orford, J.D., McFadden, L., 2002. 4.1.3 coastal and flood defence. In: Smyth, A., Montgomery, W.I., Favis-Mortlock, D., Allen, S. (Eds.), *Implications of Climate Change for Northern Ireland: Informing Strategy Development*. SNIFFER, Belfast, pp. 64-71.
- Pidwirny, M., 2006. *Ocean Tides, Fundamentals of Physical Geography*, second ed. Univ. British Columbia, Okanagan www.physicalgeography.net/. (accessed 2013/11).
- Roca, E., Villares, M., 2012. Public perceptions of managed realignment strategies: the case study of the Ebro Delta in the Mediterranean basin. *Ocean. Coast. Manage* 60, 38-47.
- Silva, P., Goy, J., Zazo, C., Bardaji, T., Lario, J., Somoza, L., Luque, L., Gonzalez Hernandez, F., 2006. Neotectonic fault mapping at the Gibraltar Strait Tunnel area, Bolonia Bay (South Spain). *Eng. Geol.* 84, 31e47.
- Slovic, P., 1987. Perception of risk. *Science* 236, 280-285.
- Smit, B., Wandel, J., 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Glob. Environ. Chang.* 16, 282-292.
- Starr, C., 1969. Social benefit versus technological risk. *Science* 165, 1232-1238.
- Stat.Can. – Statistics Canada, 2007. 2006 Community Profiles. Statistics Canada.
- Stephens, N., 1985. Chapter 53. Ireland. In: Bird, E.C.F., Schwartz, M.L. (Eds.), *The World's Coastline*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, pp. 377-384.
- UNESCO, 2011. ISCED: International Standard Classification of Education. UNESCO Institute for Statistics. <http://www.uis.unesco.org/education/pages/international-standard-classification-of-education.aspx> (accessed 2013/04).

- Wang, M.Z., Amati, M., Thomalla, F., 2012. Understanding the vulnerability of migrants in Shanghai to typhoons. *Nat. Hazards* 60, 1189-1210.
- Woodworth, P.L., Teferle, F.N., Bingley, R.M., Shennan, I., Williams, S.D.P., 2009. Trends in UK mean sea level revisited. *Geophys. J. Int.* 176, 19-30.

Appendix 1. Questionnaire

Only the questions used for this article are following. They were the same for citizens and managers. The full questionnaire comprised others sections about risk perception and awareness. The full questionnaire in English, French and Spanish ready to be filled will gladly be shared upon request.

Section A. Preoccupations

- Name the 3 most important problems that affect the territory/community of: _____ (open question)
- Name 3 environmental preoccupations that affect the territory/community of: _____ (open question)
- How important is the coastal zone for your community, with regards to the economy? With regards to the social & health dimensions? (0, 1, 2, 3, don't know)

Section B. Preference for solutions

- What solutions do you favour for counteracting the impacts of coastal natural phenomena? (y/n/don't know)
 - Move house
 - Move other kind of buildings
 - Rip-rap (big rocks wall)
 - Dykes
 - Angled linear structures (groynes)
 - Beach nourishment
 - Dune nourishment
 - Seawall
 - Plant vegetation
 - Behaviour modification
 - Information campaign to "sensibilize"
 - Better identification of natural hazards risky zones
 - Better laws and rules
 - Creation of a "coastal committee"
 - Do nothing
 - Others

Section C. Utility of land-use and coastal management

- In your opinion, are land-use / coastal management and legal rules appropriate for limiting the impacts of natural phenomena over your territory? (y/n/don't know)
- In your opinion, to what level of preparedness for managing this change do you think that your community is? (0,1,2,3, don't know)
- How important for your community is such preparation?

Section D. Decision and responsibility

- In your opinion, do the following actors (see list) should participate to the identification of solutions for adaptation to natural phenomena and to climate change? If yes, at which level? ("Who should decide?") (0-1-2-3-4 ; 4 being the most important)

- In your opinion, do the following actors (see list) should be responsible for the implementation of adaptation strategies and their costs? If yes, at which level? ("Who should pay?") (0-1-2-3-4 ; 4 being the most important)

- | | |
|---|--|
| • Coastal residents | • Continental community |
| • Non-coastal residents | • International community |
| • Citizens from outside the community (tourists, inland villages) | • Scientific community |
| • Local authorities (council) | • Commercial interests |
| • Sub-regional government (county) | • Industrial interests |
| • Provincial/regional government | • Local organizations (e.g. local environmental ONG) |
| • National government | • Others |

Section E. Respondent identification (Optional)

- | | |
|---|---|
| • Gender | • Household size |
| • Nb. Children | • Nb. yrs of residence in community |
| • Age | • Raw annual income class |
| • Occupation (student/housewife/active/retired) | • a : $\leq 8840 \text{ £ (240£/wk) } // \leq 16,2 \text{ k\$ } // \leq 14 \text{ k€}$ |
| • Occupation (job) | • b : $12480 \text{ to } 33,800 \text{ £ (650£/wk) } // 16,2 \text{ k\$ à } 100 \text{ k\$ } // 14 \text{ k€ a } 75 \text{ k€}$ |
| • Highest education level | • c : $> 33,800 \text{ £ (>650£/wk) } // > 100 \text{ k\$ } // > 75 \text{ k€}$ |

Appendix 2. MCA Analysis for Affective Context and Governance Perception

Methods. Aiming to identify individual drivers of risk governance perception, a multiple correspondence analysis (MCA) was performed using RStudio with the package FactoMineR. The individuals with missing socio-economical data were not considered (total $n = 90$) and the outliers were removed. Two different analyses were performed. First, the covariance between the socio-economical profile and the attitude towards risk governance was studied, using socio-economical variables (table A2.1, independent variables) and response variables of attitude towards risk governance (table A2.2, dependant variables). Second, the covariance between the same socio-economical variables (table A2.1) and the preferences for decisional and responsible actors (table A2.3) was studied. The analysis was performed four times, with three separate runs for each community (AVI, KIL, CHI) and a fourth one for all the respondents. The results are presented in the next figures A2.1 to A2.8.

Results. In general, the results showed a low ($<30\%$) cumulated variance explained by the factors 1 and 2 in all cases. The maximum value was in Chipiona, where it reaches ca. 37%. Therefore, the profile variables do not co-vary clearly with the attitude or the preferences regarding risk governance. Nonetheless, the results are a better when taking one area at a time (nearly doubled), which means that other area-related factors (cultural, experiential, psychological, personal values, political position...) affect the respondents' answers in terms of governance perception more than the socio-economical descriptors. For this, the socio-demographic descriptors will not be considered any more specifically as indicators of risk perception governance.

Table A2.1. Variables of socio-demographic profile

Coastal/non-coastal ("CC NC")	Occupation status ("Occupation.status")	Experience in the community ("Duration.in.community")
Sex ("Female")	Occupation group ("Occupation.group")	Income ("Income.mid.class")
Children ("Nb.children")	Education ("Education.level")	
Age ("Age.midclass")	Household size ("Householde.size")	

Table A2.2. Variables of attitude towards risk governance

Importance of coastal zone for economy of community ("Importance.economy")	Preoccupation for coastal hazards ("Preoccupation")	Perceived level of adaptive capacity ("Adap_cap_level")
Importance of coastal zone for economy of community ("Importance.social")	Satisfaction level towards land-use and risk management ("Satisfaction")	Perceived importance of building adaptive capacity ("Adap_cap_importance")

Table A2.3. Variables of attitude towards decisional and responsible actors

"DECIDE_Coastal_residents"	"DECIDE_Continental_comm"	"RESPONSIB_Coastal_residents"	"RESPONSIB_Continental_comm"
"DECIDE_Non_coastal_residents"	"DECIDE_International_comm"	"RESPONSIB_Non_coastal_residents"	"RESPONSIB_International_comm"
"DECIDE_Citizens_outside_community"	"DECIDE_Scientific_comm"	"RESPONSIB_Citizens_outside_community"	"RESPONSIB_Scientific_comm"
"DECIDE_Local_gvt"	"DECIDE_Commercial_interest"	"RESPONSIB_Local_gvt"	"RESPONSIB_Commercial_interest"
"DECIDE_Sub.regional_gvt"	"DECIDE_Industrial_interest"	"RESPONSIB_Sub.regional_gvt"	"RESPONSIB_Industrial_interest"
"DECIDE_Provincial_regional_gvt"	"DECIDE_Local_organizations"	"RESPONSIB_Provincial_regional_gvt"	"RESPONSIB_Local_organizations"
"DECIDE_National_gvt"		"RESPONSIB_National_gvt"	

Figure A2.1. Variables of attitude towards risk governance – AVI

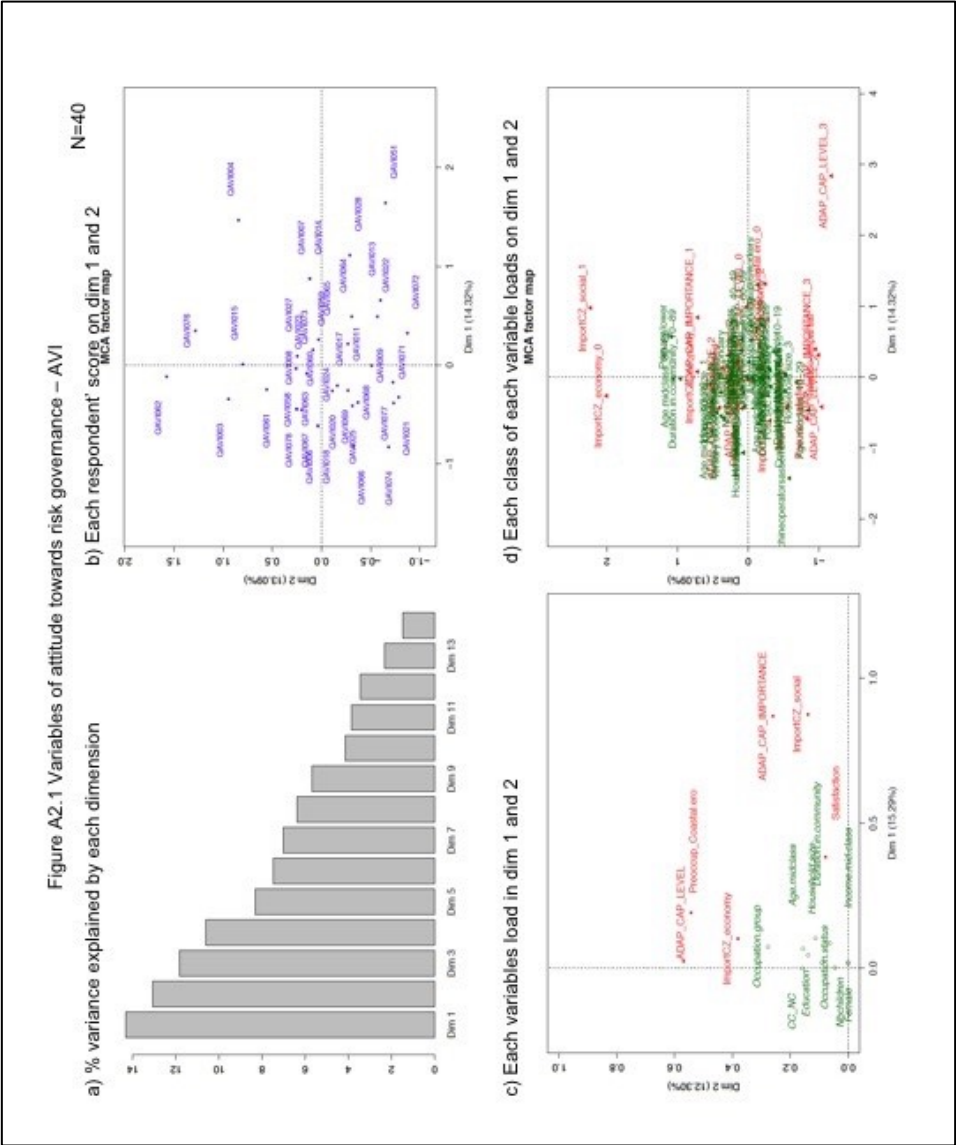
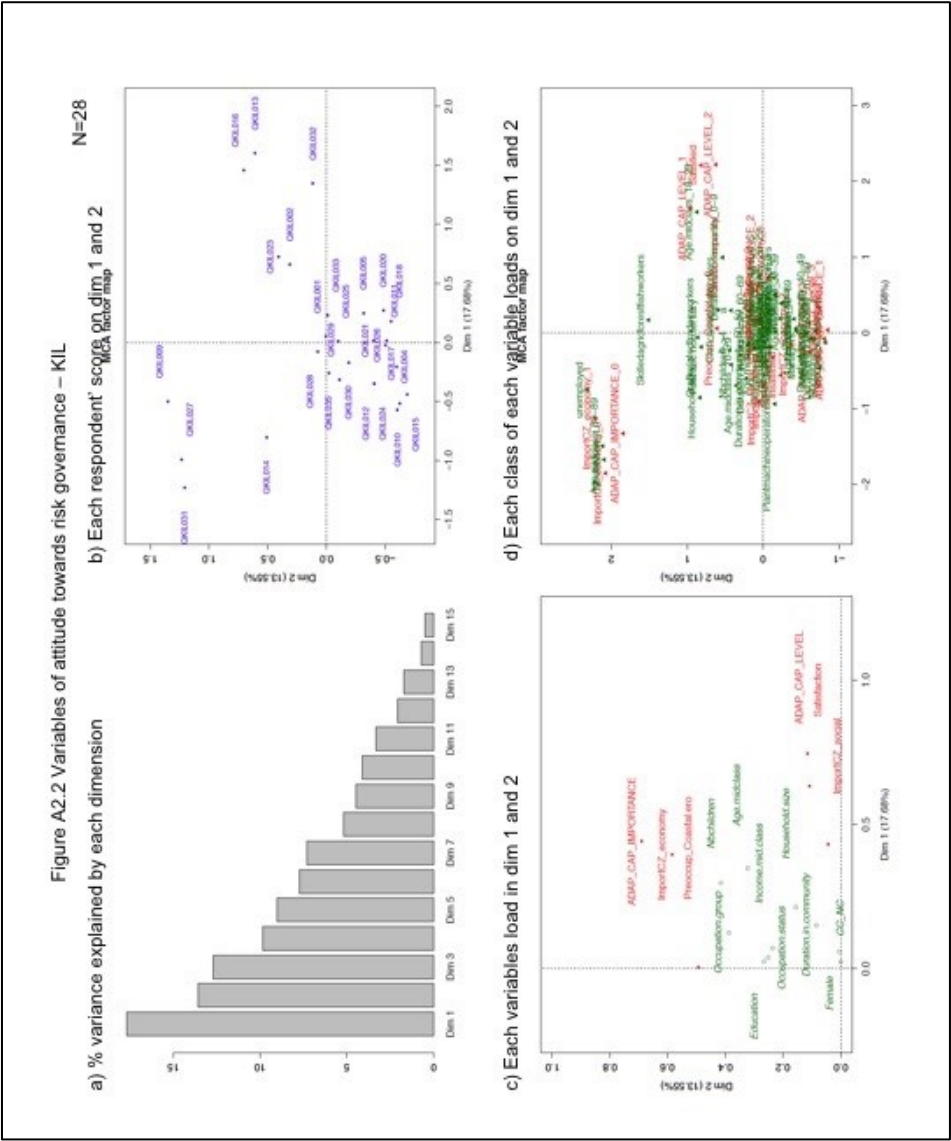
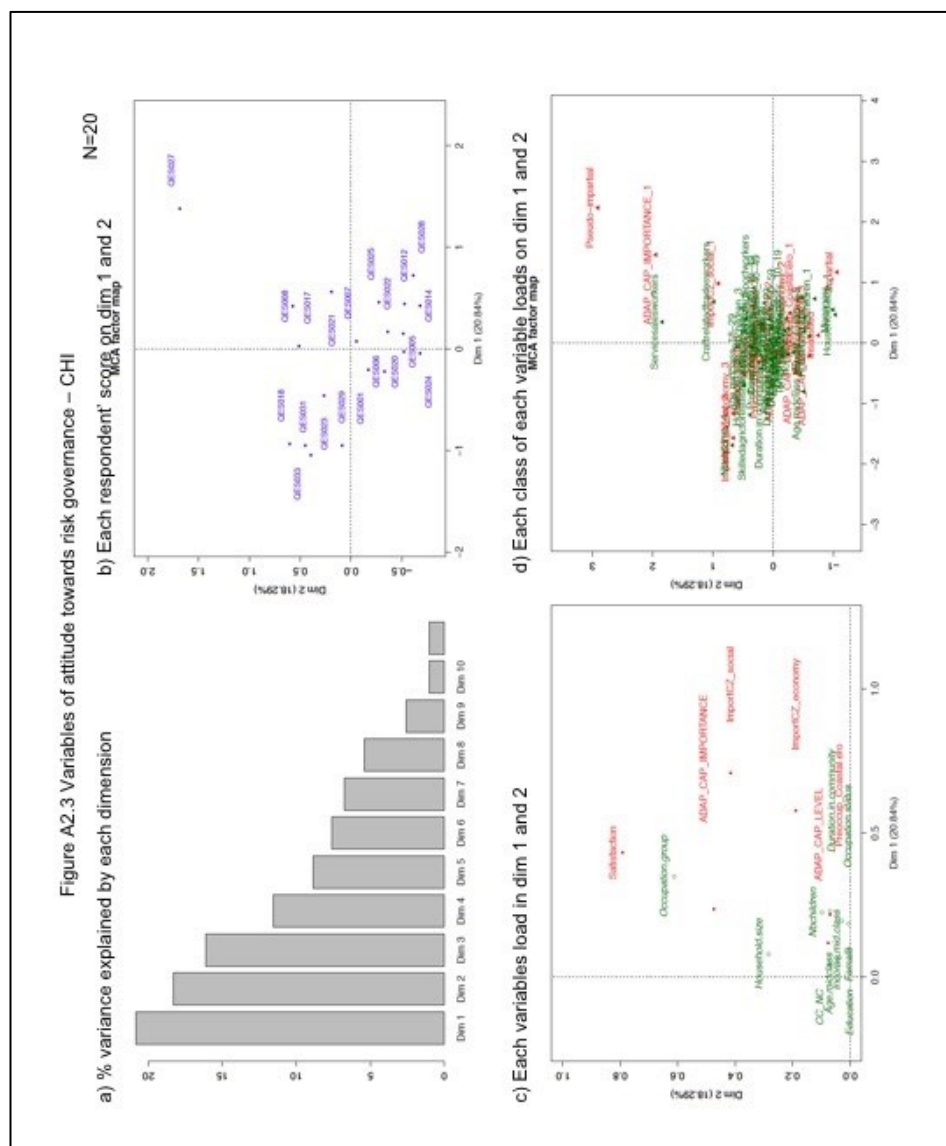


Figure A2.2. Variables of attitude towards risk governance – KIL





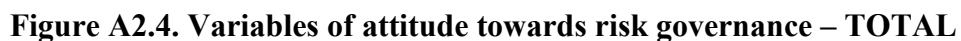


Figure A2.5. Variables of attitude towards decisional and responsible actors – AVI

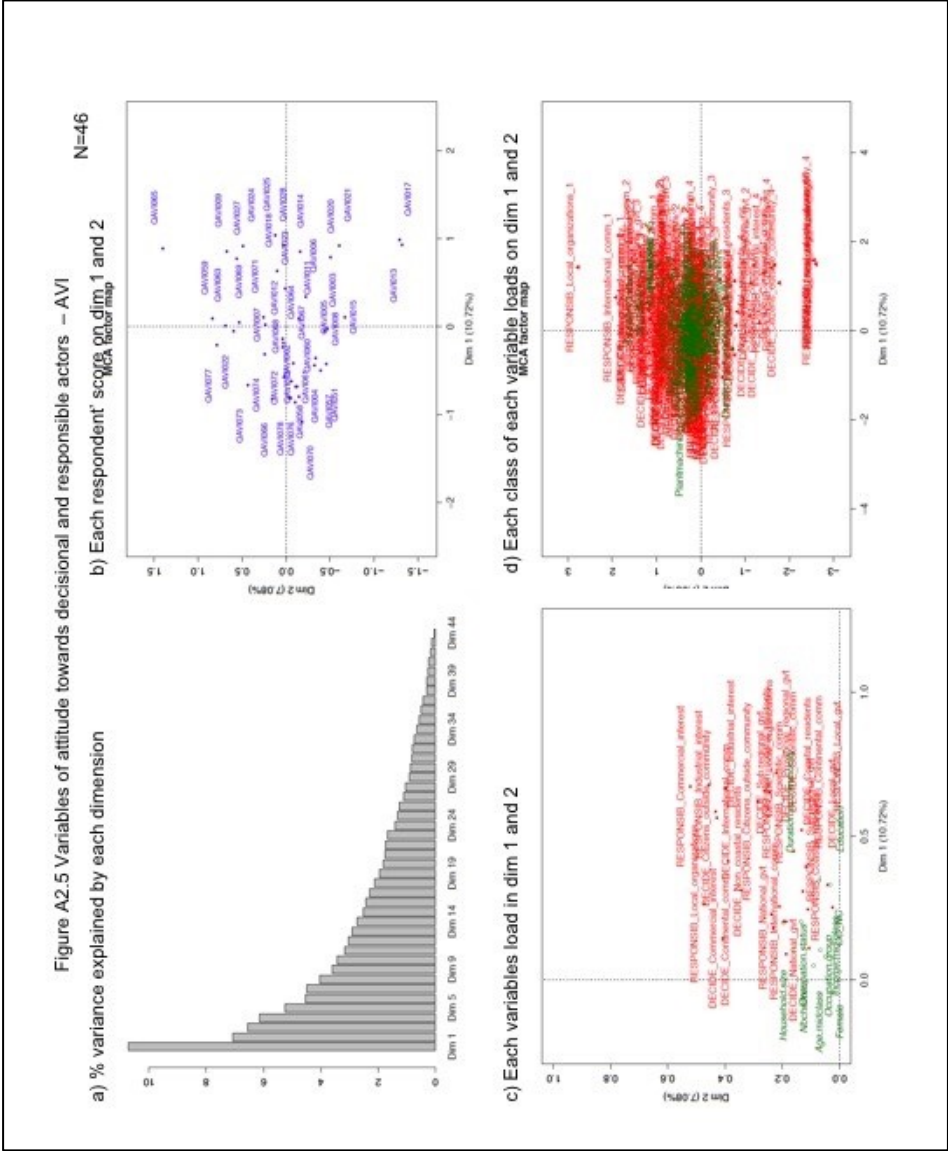


Figure A2.6. Variables of attitude towards decisional and responsible actors – KIL

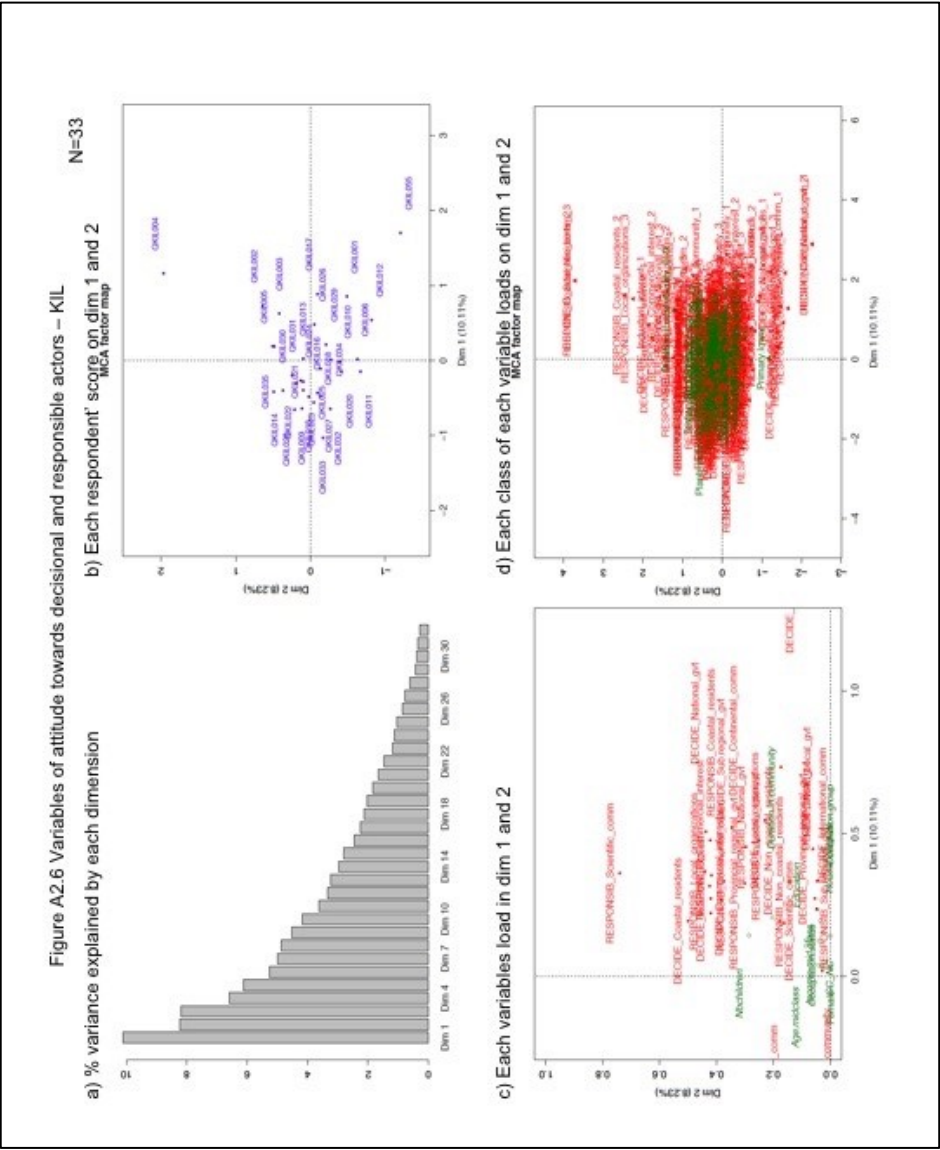


Figure A2.7. Variables of attitude towards decisional and responsible actors – CHI

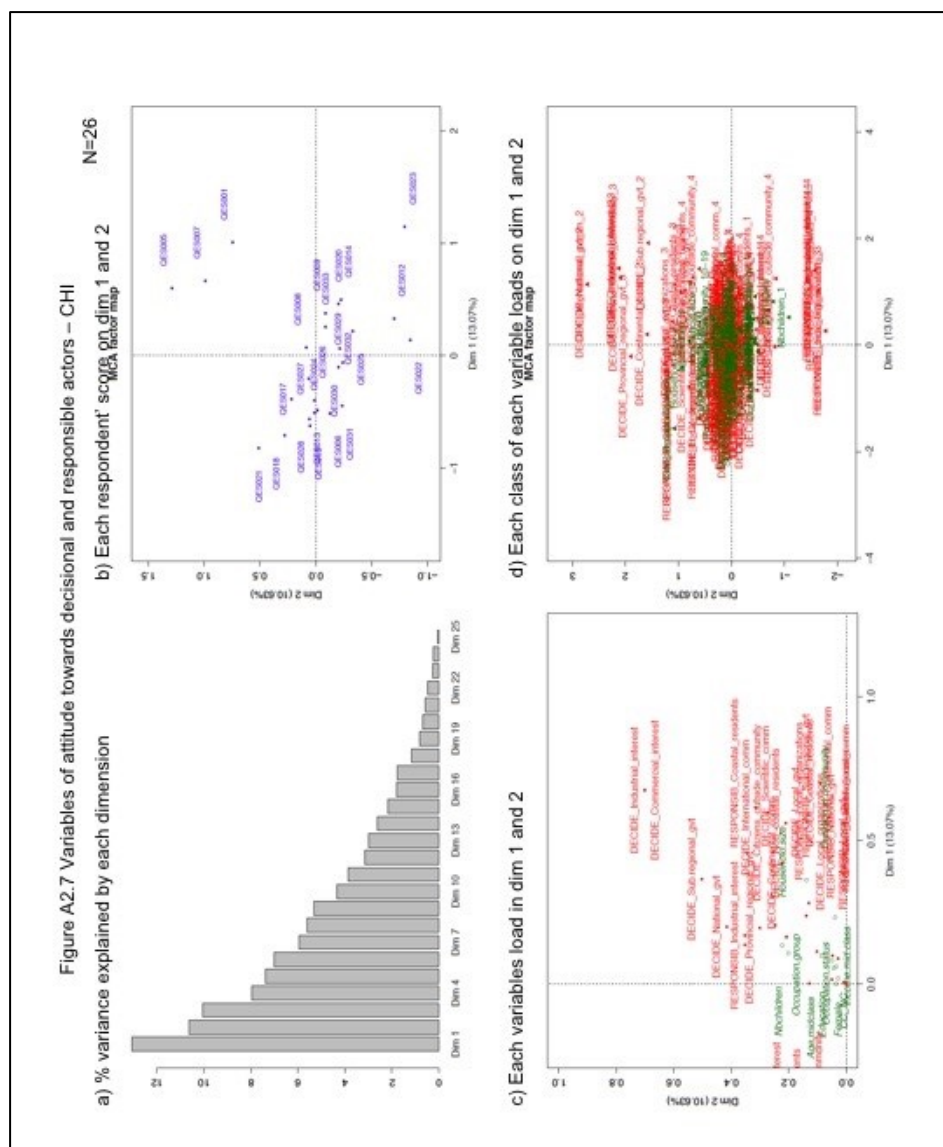
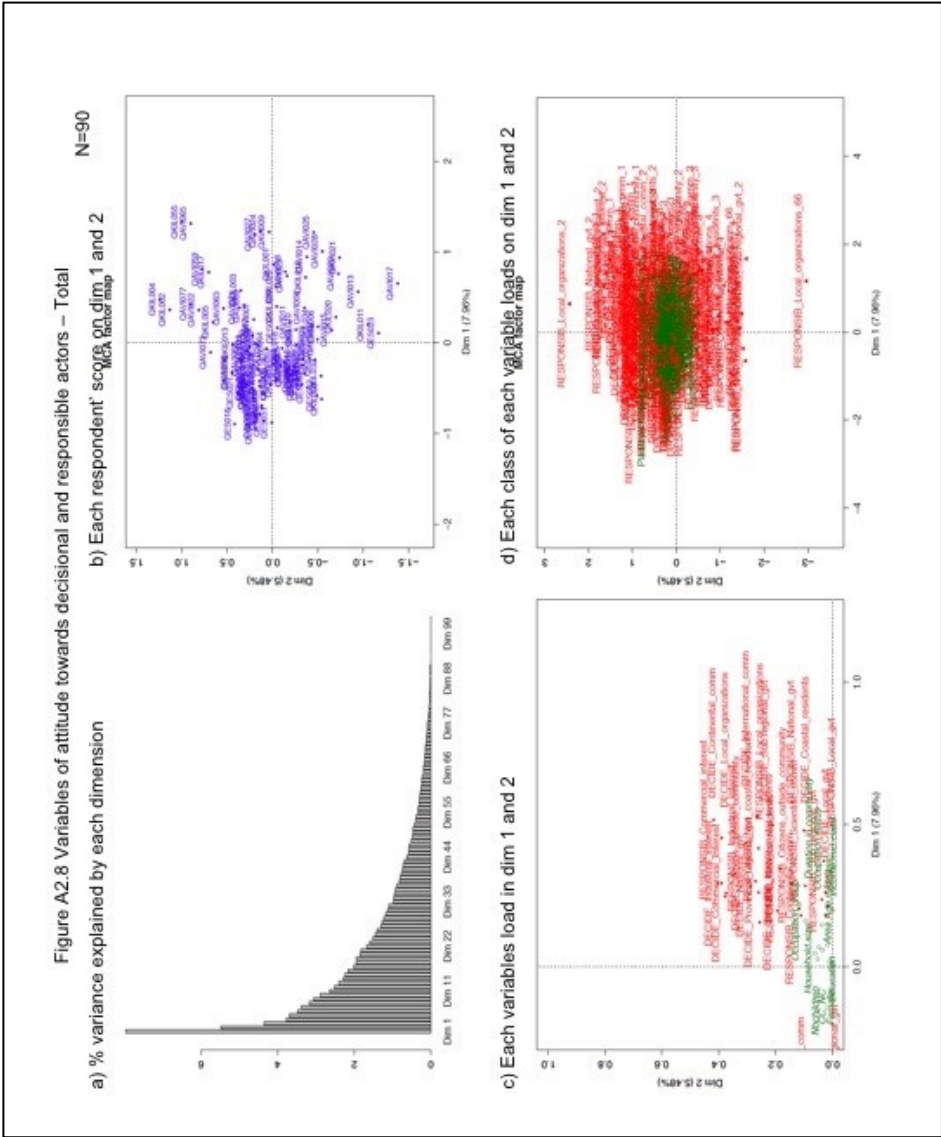


Figure A2.8. Variables of attitude towards decisional and responsible actors – TOTAL



CHAPITRE 3 : ANALYSE DES PERCEPTIONS DE LA GOUVERNANCE

3.1 Présentation de l'article

Cet article de recherche porte sur la perception de la gouvernance des risques et les changements environnementaux côtiers. Les données proviennent du sondage décrit au chapitre précédent, combiné à une série d'entrevues semi-dirigées. Le guide d'entrevue multilingue est disponible à l'annexe H, des lettres types de demande d'entrevue dans les trois langues sont situées à l'annexe I alors que le formulaire de consentement est à l'annexe J, les données à l'annexe K (supplément numérique)⁴. Toute la collecte de données, le traitement statistique, la rédaction, les figures et tableaux ont été réalisés par l'auteure principale; les co-auteurs ont révisé l'article. L'article a d'abord été pensé pour un auditoire large intéressé par la gestion de la vulnérabilité et nous l'avons ainsi soumis au journal *Ecology and Society* en février 2014, mais l'éditeur en chef C. Folke n'a pas été en mesure de trouver un éditeur thématique qui voulait guider la révision du manuscrit (réponse à l'annexe L). Nous l'avons ensuite soumis à *Ocean and Coastal Management* en septembre 2014. Les commentaires de trois réviseurs sont revenus en novembre 2014 et sont toujours en cours d'intégration (annexe M). Un des commentaires récurrent concerne la nécessité de renforcer la relation entre le cadre conceptuel et la notion de vulnérabilité et de capacité d'adaptation. Également, resserrer l'organisation autour du message principal au fil du texte faciliterait la lecture. Il comporte plusieurs figures et tableaux et nous songeons à mettre les indicateurs en annexe. Un des réviseurs s'est montré farouchement opposé à la publication, suggérant de le diviser en 4 articles séparés et

⁴ Aussi disponible sur demande à ursulebv@gmail.com

alléguant une piètre qualité de la langue. Toutefois, les deux autres réviseurs étaient favorables à la publication. Soulignons tout de même que dans l'ensemble, aucun n'a apporté de commentaires sur le fond de l'article, sur la démarche et sa validité dans l'ensemble. Même l'évaluateur le plus négatif a souligné que le raisonnement était valide : « the basic line of reasoning in the manuscript does bring about valid points ». Ainsi, nous sommes en voie de le resoumettre.

3.2 Governance Perception of Citizens and Managers in Coastal Communities facing Climate Hazards and Changes in Canada, UK and Spain⁵

Elsevier Editorial System(tm) for Ocean & Coastal Management
Manuscript Draft

Manuscript Number:

Title: Governance Perception of Citizens and Managers in Coastal Communities facing Climate Hazards and Changes in Canada, UK and Spain

Article Type: Research Paper

Keywords: adaptation; coastal management; governance; perception; risk; vulnerability

Corresponding Author: Mrs. Ursule Boyer-Villemare,

Corresponding Author's Institution: Université du Québec à Rimouski

First Author: Ursule Boyer-Villemare

Order of Authors: Ursule Boyer-Villemare; Pascal Bernatchez; Javier Benavente; J. Andrew G. Cooper

⁵ Boyer-Villemare, U., Bernatchez, P., Benavente, J., Cooper, J.A.G. (submitted) Governance Perception of Citizens and Managers in Coastal Communities facing Climate Hazards and Changes in Canada, UK and Spain. Manuscript submitted to Ocean and Coastal Management. Under revision.

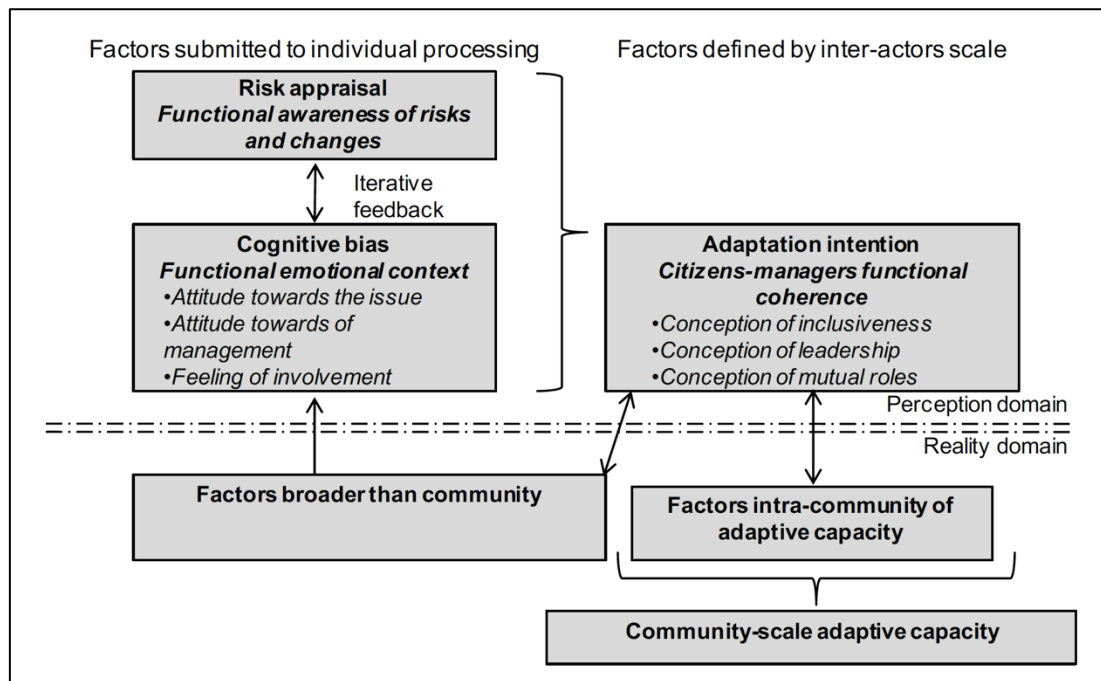
Abstract

In the context of climate change, worldwide coastal communities have to adapt to gradually changing environments and increased risks of coastal erosion and flooding. In parallel to the nature of the increased exposure, the public perception of potential impacts fundamentally influences the communities' vulnerability and complementary adaptive capacity. In addition to perceptions of risk, the perception of risk governance (i.e. who has responsibility of deciding, investing to mitigate or adapt to risks) are a bottleneck to efficient adaptation that has been neglected in the literature. In the conceptual framework presented here we distinguish two main components of adaptive governance perception: 1) the cultural and experiential context influencing citizen perceptions, and 2) the match between citizens' and managers perceptions of governance (termed citizen-manager functional coherence). Both components interact with risk awareness. In order to assess governance perception contribution to community vulnerability and adaptive capacity a set of indicators was developed.

A survey undertaken with citizens (n=125) and semi-directed interviews with managers (n=43), in three coastal communities in Avignon (Canada), Kilkeel (United Kingdom) and Chipiona (Spain) and the scores of indicators identified the strengths and weaknesses of each community in terms of risk governance perception. None of the communities exhibit functional coherence between citizens and managers. The study showed that several key factors commonly impede the potential for community-based coastal governance: emotionalism, misunderstanding about inclusiveness in decisions and cultural underestimation of potential for participation. While these factors influence the governance perception at different levels in each community, they also depend on underlying conditions: e.g. lack of institutional trust, dissatisfaction and distance bias between managers and local contexts. The study shows that governance perception factors increase vulnerability and need to be considered in the preliminary design of community-based management. The method is transferable to other vulnerability- or environmental resource-related topics.

Keywords: Adaptation, Coastal management, Governance, Perception, Risk, Vulnerability

Graphical abstract



Highlights

We propose an ability-based framework of adaptive capacity perception at community scale

Surveys and interviews were conducted in three similar coastal communities at risk

Governance perceptions factors were most influenced by risk awareness, emotional bias and institutional organization

Deficient trust is a factor of the lack of functional coherence between citizens and managers in the three communities

We propose a set of indicators of risk governance perception

1. Introduction

Public perceptions of risk critically influence the vulnerability and adaptive capacity of communities (Adger, 2006; Martin et al., 2009), by modulating the interest and consequent resources devolved to risk prevention and preparation. In the context of emerging aspirations for community-based risk management in line with sustainable management (Duxbury and Dickinson, 2007), governance-related perceptions (i.e. who has responsibility of deciding, investing to mitigate or adapt to risks, etc.) are also likely to influence the adaptive capacity of communities. However, the whole extent of governance perception has been rarely studied. Managers' viewpoint have been investigated over specific topics: their preoccupation with the subject, (attributed importance) (Lemieux et al., 2013; Mozumder et al., 2011), and perceived institutional performance, whether through the description of gaps (e.g., Mozumder et al., 2011) or perceived performance (Lemieux et al., 2013). The framework of adaptation intention proposed by Grothman and Path (Grothmann and Patt, 2005) also integrated socio-cultural biases, but is based only on individual governance perception. However, rarely is adaptation an individual decision in the sole hands of managers, especially when the potential impacts are much greater than an individual's capacity (e.g. storm-surge floods) or when they concern collective resources (e.g. forest, coastline, etc.). Strong collective (citizens' and managers') agreement regarding risk governance, including responsibility (Langford et al., 2000), and other governance features (e.g. perceptions of leadership and power sharing, desirable level of citizen involvement, each stakeholder's salience, defined by its legitimacy, urgency and/or power (Mitchell et al., 1997) would indicate a solid ground for multi-stakeholders processes and would thus benefit from being integrated in governance perception assessment.

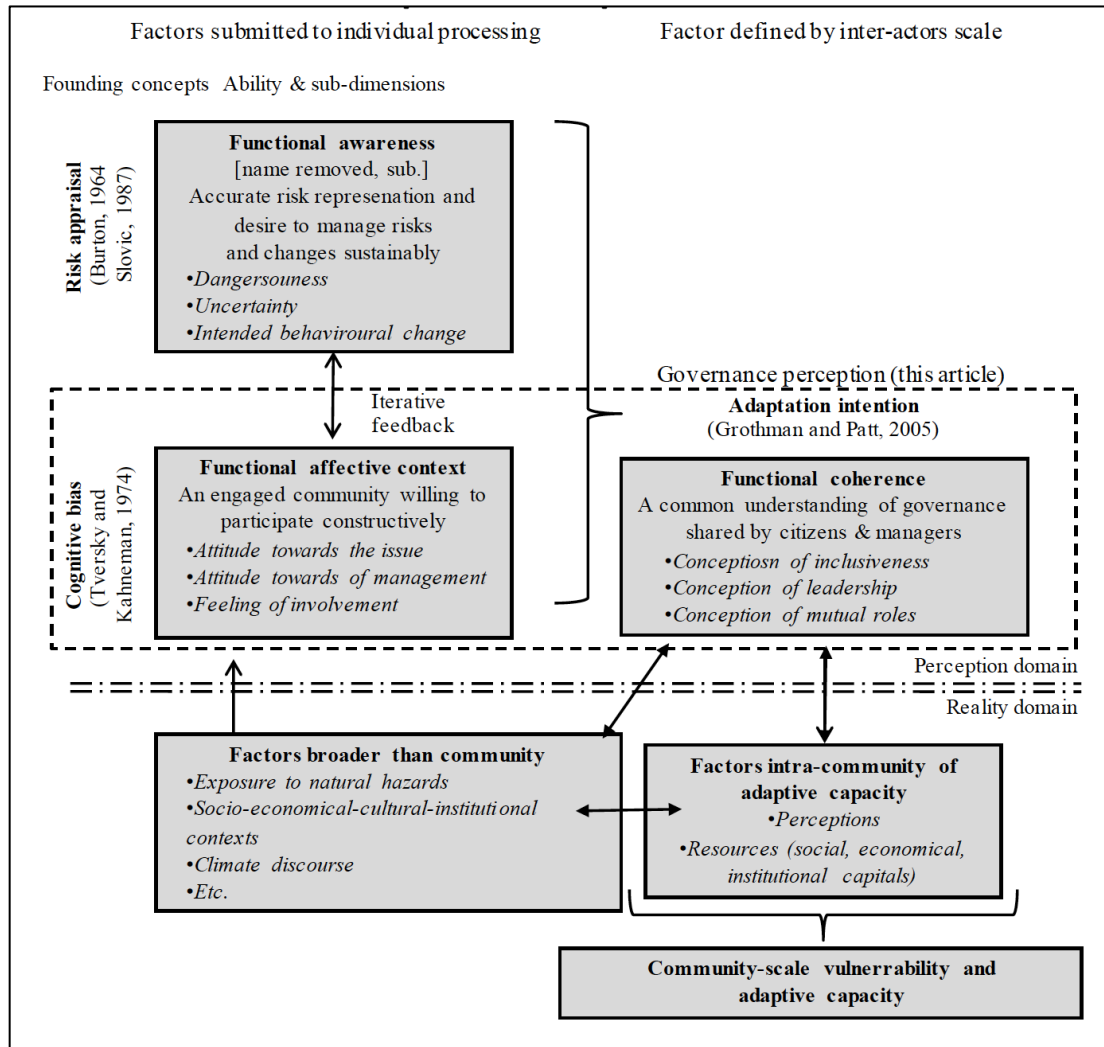
Communities' perception of risk governance, quantifying both citizens and managers, is consequently the main focus of this article. The paper presents a conceptual

framework of risk governance perception allying the citizen's attitude towards governance and the *functional coherence* between the perceptions of citizens and managers. Indicators of key drivers were identified and subjected to empirical weighting. The approach is then applied and validated in three different climatic and cultural settings: three coastal communities (in Canada, Spain and the UK), using a survey and a series of interviews. Finally, a standardized representation of each community's governance perception indicators is presented as an aid to vulnerability-adaptation decision-making.

2. Framework and indicators

Building on the previous notions of managers' and citizens' perception of natural risk and/or climate change governance (Grothman and Patt, 2005), a framework of risk governance perception was drawn up, embedded in the overall contribution of perception to anthropogenic adaptive capacity (Fig. 1). Subsequent indicators were selected (Tables 1, 2). When developing societally relevant tools for adaptation to climate change (Moser, 2010), both the intention and form of the framework can contribute. The intention here is to express risk governance perception in a way that can contribute to the assessment of vulnerability and adaptive capacity. Vulnerability is a set of conditions that make a system subject to adverse effects of a hazard (Metz et al., 2007; UNISDR, 2009). From this, two distinct conditions appeared to be vulnerable in terms of risk governance perception: 1) a community that has an unfavourable attitude towards collective decision-making, especially in terms of emotional or experiential factors, and 2) a community that is divided in terms of comprehension of structural elements of the risk governance. About the form, as social learning gains more attention in adaptive management (Armitage et al., 2009), an interesting way of supporting the utility of adaptive capacity is to target abilities that can be mastered by a community by training over time.

Figure 1. Ability-based framework of the contribution of perception to anthropogenic adaptive capacity to environmental changes and hazards in the context of climate change



At the limits of the framework, the perception and reality domains were distinguished, because the capacity of adaption not only depends on the perceptions, but also on tangible resources. The latter will not be explored further in this article. The inputs to the perception domain are tangible factors broader than or equal to the community scale (both the natural and societal contexts), which influence the individual processes of perception, may it be the risk appraisal (Burton and Kates,

1964; Slovic, 1987) or the cognitive biases (Tversky and Kahneman, 1974) regarding governance.

At the heart of the framework, a first component is the accurate understanding of the local risk context to a level that influences the behavioural intention, in other words the *functional awareness* of risks and changes (Boyer-Villemaire et al., 2014b; Orford and McFadden, 2002). Being a complex feature in itself and fairly independent from governance-related (i.e. collective decisional process features) perception, the assessment of functional awareness has been the scope of a previous paper (Boyer-Villemaire et al., 2014b). The framework recognizes two other abilities for a well and resilient community: 1) a *functional affective context* regarding risk governance, (i.e. an engaged community willing to participate constructively to community-based decision-making) and 2) a common understanding of inclusiveness, leadership and mutual roles, which is termed *citizens-managers functional coherence* (Fig. 1). In the affective component, the cognitive biases, no matter their origin, influence the attitude or preoccupation towards the risk issue (Lemieux et al., 2013; Mozumder et al., 2011), the support or satisfaction towards the management process (Lemieux et al., 2013; Mozumder et al., 2011), and the feeling of involvement in the management process (Aitken et al., 2011). The first two sub-components also partially relate to risk awareness. Affective context and functional awareness then combine to form the concept of community adaptation intention (after Grothmann and Patt, 2005). The intention would be optimal for a transformation in tangible actions (in the reality domain) when all actors (citizens and managers) of a community show a common understanding of their ideal governance model (i.e. the *citizens-managers functional coherence*.) This component includes the understanding of inclusiveness or stakeholder legitimacy (Mitchell et al., 1997), of leadership and power sharing (Arnstein, 1969; Mitchell et al., 1997), and of collaborative architecture or mutual roles of at least 1) citizens, 2) local community government (municipality) and 3) upper governmental levels.

To support adaptive capacity assessment under this framework, our objective was to select a series of relevant indicators. The choice was a set of semi-quantitative measurements reflecting the framework's abilities of functional affective context and the citizens-managers functional coherence, both in the perception domain. They were both expressed for the generic environmental resource-related situation, and for the coastal zone management context (Tables 1, 2). Following the general indicator selection protocol proposed by the Integrated Environmental Health Impacts Assessment System (<http://www.integrated-assessment.eu/>), the criteria of selection were 1) the representation of all sub-components of affective context and functional coherence, 2) the sensitivity across site, 3) the absence of redundancy, 4) the formulation, and 5) the ease of collection through survey or semi-directed interviews. We selected a simple three-level (and a few binary) scoring system, and the thresholds were determined empirically and validated by a panel of coastal management experts. In terms of representation, for producing end-user relevant results, the challenge was to present the scores of each indicator and to illustrate the strength and weaknesses of a community at the same time. We propose a representation where the sub-indicators are visually highlighted, using traffic light scale (green-yellow-red) based on proportionality of scores, thus producing a polyvalent output that the scientists, local practitioners and citizens can appreciate.

3. Study sites

3.1 Location

Three communities were selected in Eastern Quebec (Avignon – AVI, Canada), in the south of Northern Ireland (Kilkeel – KIL, UK), and in southern-Atlantic Andalusia (Chipiona – CHI, Spain) (figure 2).

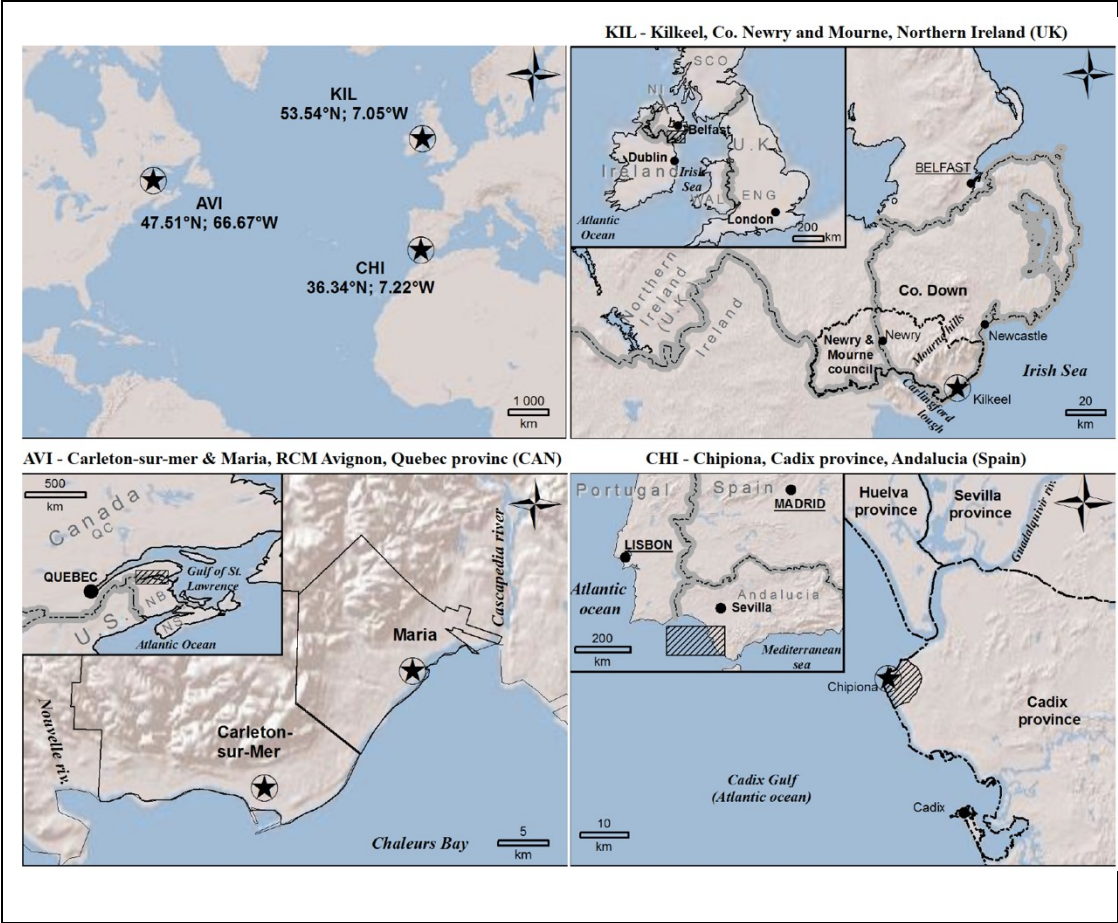
Table 1. Indicators of citizen's attitude

Generic indicators	Coastal domain indicator [unit]	Scoring [3 // 2 // 1] †
Attitude towards the topic		
Acknowledging the importance of hazards & changes for the community	Proportion of respondents who mentioned coastal hazards theme among their top-3 preoccupations [% answers]	>66% // 33-66% // <33%.
Overcoming reactive pattern to risk representation	Cultural attitude towards the problem: Caring vs. Rationality [qualitative classification]	“Objective caring” // “Emotional but caring” or “Objective not caring” // “Disinvolvement” or “Emotional not caring”.
Attitude towards the management		
Overcoming initial bias on management	Level of dissatisfaction towards land-use and coastal management [% answers]	<25% // 25-50% // >50%.
	Perceived level of preparedness = null [% answers]	<33% // 33-66% // >66%.
Acknowledging the potential of a collective decision-making	Nb. Management solutions among top-6 [nb] §	5-6 // 3-4 // 1-2.
Feeling of involvement and control		
Valuing citizen groups participation in decisions	High coastal residents decisional scores (major or consultative class) [class] ‡	I or IV // II // II or V.
	High non-coastal decisional scores (secondary class or more) [class] ‡	I, II or IV // // III or V.
Perception of closeness to leaders	Residents close to leader: difference (abs) is decision scores (leader - higher residents group) < 0.75 [score difference] ‡	< 0.75 // // > 0.75.
†Score are 3 = strong, 2 = intermediate, 1 = weak; ‡ See figure 6 for detailed numbering of actors groups and participation classes § See Boyer-Vilemaire (sub.) for solutions scores.		

Table 2. Indicators of citizens-managers coherence

Generic indicators	Coastal domain indicator [unit]	Scoring [3 // 2 // 1] †
Inclusiveness and legitimacy		
Common understanding of most legitimate stakeholders in decision	Number of common major actor(s) (class I) (residents vs. managers) [nb.] ‡	>5 // 3-4 // 0-2.
Common understanding of public nature of the problem (citizens as legitimate actors)	Commonality of class (I, II or IV) for non-coastal residents (residents vs. managers) [class] ‡	I, II or IV for both // I, II or IV for one of the two // None scored NC residents I, II or IV.
	Difference (abs) (residents-managers) of score to general citizens in responsibility > 0.75 (with at least one score >1.00) [score difference]	< 0.75 and at least one score >1.00 // <0.75 and no score >1.00 // > 0.75 and no score > 1.00.
Power sharing		
Common understanding of leadership	Same highly responsible actor (residents-managers)? [name] ‡	Same highest responsibility score// // not the same.
	Absolute difference of lead actor responsibility scores (residents-managers) < 0.75? [score difference] ‡	< 0.75 // // > 0.75.
Common understanding of mutual roles		
Common understanding of coastal and non-coastal residents role (1-2) ‡	Absolute difference (residents-managers) of coastal residents scores in decisions < 0.75? [score difference] ‡	< 0.75 // // > 0.75.
	Same participation class for coastal residents? (residents vs. managers) [y/n] ‡	yes // // no.
Common understanding of local government role (4) ‡	Absolute difference (abs) (residents-managers) of local government scores in decisions < 0.75? [score difference] ‡	< 0.75 // // > 0.75.
	Same participation class for local gvt.? [y/n] §	yes // // no.
Common understanding of governmental levels role (5,6,7) ‡	Managers' perception of cross-level collaboration: nb. gvt levels in major class (I) [nb.] ‡	3 // 2 // 0-1.
	Nb. gvt levels classes mismatch (residents-managers) [nb.] ‡	0 // 1 // 2-3.
†Score are 3 = strong, 2 = intermediate, 1 = weak; ‡ See figure 6 for detailed scores, numbering of actors groups and participation classes.		

Figure 2. Location of study sites



Three communities were selected for their similarities in terms of biophysical and socio-economical contexts, their exposure to coastal erosion and coastal flooding, and because they form a climate gradient with mean annual temperature increasing from Avignon, to Kilkeel to Chipiona. Numbers in between parentheses correspond to equivalent institutional levels described in table 2; number (2) in CHI – Mancomunidad del Bajo Guadalquivir is absent due to lack of available precise spatial information about its extent.

3.2 Biophysical and socio-economical settings

The three communities are facing environmental changes, in particular an exposition to coastal erosion and coastal flooding to a degree that threatens some built assets. The mean erosion rates range respectively between 0.3 to 0 m/yr in AVI (Bernatchez

et al., 2011), 0.1 to 0.5 m/yr in KIL (McGreal, 1979; Orford and McFadden, 2002) and 0.75 to 3 m/yr in CHI (Del Río et al., 2013). The three areas present a similar coastal geodiversity, such as low sandy coasts and low to high soft cliffs (Del Río and Gracia, 2009; Dubois, 1993; Knight, (ed.), 2002; Marqués and Juliá, 1985; McCann, 1985; Silva et al., 2006; Stephens, 1985), and are exposed to similar tidal ranges (micro to meso) (Autoridad Portuaria de la Bahía de Cadiz, 2013; Devoy, 2008; Lu et al., 2001). They also form a climate gradient, ranging from maritime temperate cold (AVI), maritime temperate (KIL), to Mediterranean oceanic (CHI). The three communities faced an important weather-related event within the last decade: major storm surges occurred in 2010/12 and 2005/12 in AVI (Bernatchez et al., 2011), a coastal flood in 2002 in KIL (photographic proofs provided by respondents) and a flood in 2008 in CHI (Del Río et al., 2012). The three villages are relatively small compared to neighbouring cities (a few thousands residents), have a marginal administrative importance but have similar maritime identity provided by coastal tourism and/or fisheries activities, with blue flag beaches in CHI and KIL. Each area also have partial environmental conservation designation: in AVI, the laguna (*barachois*) of Carleton-sur-mer and marsh of Pointe-Verte are preserved; in KIL, the Mill bay is part of the Area of natural beauty of the Mournes, which also includes Kilkeel to Newcastle area and the Mourne hills; in CHI, the sand dunes are protected for chameleon habitat (CMAOT 2013).

3.3 Institutions

Institutional terminological equivalences for each study site are presented in Table 3.

Table 3. Terminological equivalences

Generic term	AVI	KIL	CHI
1. Local government	Municipality	City council	Ayuntamiento
2. Sub-regional gvt.	Regional county municipality	County council	Mancomunidad, Diputación de provincia
3. Autonomous territory government	Quebec gvt. and its regional divisions	Northern Ireland gvt.	Junta de Andalucía
4. National gvt.	Canada gvt.	United Kingdom gvt.	Spain gvt.
5. Continental community	NA	European Union	European Union

3.3.1 Avignon (AVI), Quebec, Canada

Located in the autonomous province of Quebec within Canada, the area of Avignon, combines the municipalities of Carleton-sur-Mer and of Maria, that each has their own city council, with a mayor, elected councillors and a general director, managing local public assets and building permissions. They converge at the higher level of the regional county municipality of Avignon for land use matters and emergency situations. The regional divisions (district of Gaspésie, mostly located in Ste-Anne-des-Monts, Gaspé or Rimouski) of the Quebec government address other matters in separate disciplinary departments. Quebec department's centrals are located in Quebec city, nearly 600 km from AVI. The Government of Quebec is responsible for laws governing construction in coastal zones and planning strategies, to provide flood and erosion maps and for environmental issues (Drejza et al., 2011). The fisheries, marine conditions and navigation, the harbours and Coast Guard are part of Fisheries

and Oceans Canada dept. (federal jurisdiction). There is a Fisheries and Oceans Canada Research Institute in the vicinity of Rimouski. The Canadian Meteorological Centre (Environment Canada dept.in Montreal) provides national and regional weather forecasts, marine weather and expertise support during environmental emergencies. Climate projections for eastern Canada are assured by a federal-provincial funded research consortium named Ouranos (<http://www.ouranos.ca>) in Montreal. A local environmental organization named *Comité ZIP Baie des Chaleurs* (<http://www.zipbaiedeschaleurs.ca/>) is dedicated to coastal matters, such as conservation and information dissemination among residents. Finally, academic research on the coastal zone are carried out mainly at the University of Quebec in Rimouski and at the *Institut des sciences de la mer* at Rimouski.

3.3.2 Kilkeel (KIL), Northern Ireland, UK

In Kilkeel, the local government is a district council (Newry and Mourne) with elected councillors and mayor, while other public services are delivered on a regional basis. Local authorities are mostly located in Newry, but the responsible regional planning office, part of the Northern Ireland Department of the Environment, is in Craigavon (Co. Armagh). The rivers agency (of the NI department of agriculture) is located in Lisburn (co. Antrim); the latter is responsible for flood maps. Most Northern Irish central departments and the environmental agency are located in Belfast and its vicinity, some 70 km from Kilkeel. Central UK bodies deliver climate projections and weather forecasts. Kilkeel holds a few active local organization related to the coastal zone: the Kilkeel Development Association (<http://www.kilkeel.org>), an engaged local environmental organization, the Mourne Heritage Trust (<http://www.mournelive.com>), but specific coastal conservation and information dissemination does not appear in their agenda, the Kilkeel harbour authorities and the coast guard. Knowledge on coastal change in the area is very limited. Northern Ireland does not have a strategic approach to coastal erosion or

coastal defence – the department deemed to have the greatest responsibility at a specific site is to be responsible.

3.3.3 Chipiona (CHI), Andalucia, Spain

In Chipiona, the *Ayuntamiento* holds the responsibility of local government, while the *Mancomunidad del bajo Guadalquivir* (in Sanlucar de Barrameda) and the *Diputación de la provincia de Cádiz* (in Cadix city) are sub-regional levels of decisions and financing, especially for small and resource-limited villages. The *Junta de Andalucía* has an autonomous government sitting in Sevilla, including the responsibility of the environment, of a coastal public right of way (first 100 m), water and roads, with regional divisions located in Cadix. The Spanish government is responsible for seawater and the coast, and also has a department for the environment. Shared responsibilities include land use planning (*Ayuntamiento* controlled by the *Junta de Andalucía*) and fisheries (Spain and *Junta de Andalucía*). A local environmental organisation is active in Chipiona, the Clubo CANS (<http://grupoecologistacans.blogspot.ca>), invested over the theme of dune protection, a key habitat for cameleons (protected species). The climate and coastal projections are mostly done by the academy, namely the University of Cantabria; Cadix university has been conducting investigations in CHI since over a decade, both in terms of geomorphology and territory management, including the elaboration of an Agenda 21 for Chipiona (Ares Sainz, 2009; Universidad de Cádiz and Diputación Provincial de Cádiz, 2002). Spain is also the only of the three countries that adopted a Coastal Law 22/1988 (Real decreto 1471/1989), recently modified into a Protection and Sustainable littoral use in 2013 (Spanish Government, 2013), that explicitly protects the low soft coastal system both in the intertidal zone up to their inland influence (ex. the whole dune system).

3.3.4 Institutional similarities and differences

The three areas have similar institutions in terms of their small size, all three being outside main administrative centres. The local government holds the first line between citizens and the Government. Each being small village, they have limited resources and numerous administrative responsibilities are organized at the level of the autonomous territory. Therefore, a common feature is the distance between citizens and most institutional processes (in terms of environment, civil security, land use, etc.), which are operated in remote and larger cities (AVI: Gaspé, Rimouski, Ste-Anne-des-Monts, or Quebec city; KIL: Craigavon, Belfast; CHI: Cadix or Sevilla). With regards to the coastal zone, in the three areas the responsibility is mixed between national and local authorities.

The three communities also differ in some regards. In CHI, there appears to be stronger involvement of the national government with its Coastal Dpt. having a division in Cadix city and undertaking many public works for protecting coastal property. In AVI, Quebec civil security dpt. appears to be most involved in coastal management as its interventions influence land use management (some home owners have been relocated); it is also the case for Quebec Transports dpt. which has highly exposed assets. In KIL, the rivers Agency and regional Planning offices play key roles in flood management. The geographical distances between most institutions and the community of AVI is the greatest (avg. >100-300 km), as the most proximity is found in Northern Ireland, except for UK government. KIL is also the only community not to have a coast-related local NGO.

4. Methods

4.1 Survey

4.1.1 Content

Under a mixed approach, the survey content was based on the framework of governance perception (Fig. 1) and the questions were included in a broader questionnaire on risk and risk governance perception (Appendix I, full questionnaire available upon request). The citizens' governance affective context was surveyed using questions about:

- preoccupations: towards coastal hazards (cultural attitude towards coastal hazards, open question), the importance of the coastal zone for the community (open);
- institutional performance regarding the current land use and coastal management: satisfaction (semi-quantitative and open) and perceived preparedness and its relevance (semi-quantitative);
- and the cultural attitude towards hazards.

The citizen-manager coherence section was based on two questions: who should decide (the adaptation solutions to natural phenomena and to climate change)? and who should be responsible (for the same)? The respondents were presented a list of actors (generic names and their national interpretation, Table 3, Appendix I), with the possibility of adding some others, and used a 5-levels scale (0:min, 4:max), with the possibility of repeating the levels, in order to express their preferences of the most important and least important actors during a hypothetical collective decision-making process.

4.1.2 Data collection and sample characteristics

The survey collection method and sample characteristics were described in detail in (Boyer-Villemaire et al., 2014b). In brief, during 2010-2011, we conducted a door-to-door survey with a total number of respondents of 125 over the three coastal communities of AVI, KIL and CHI (each community ≥ 32 respondents), following an ethical procedure (certificate Boyer-Villemaire-CER-59-297; also annex I of the thesis). The sample contained two subgroups: 1) coastal residents (first-row from coastline), that represented 44% of the respondents and were sampled systematically (every household was approached); and 2) non-coastal residents (second-row and further inland), accounting for 56% of respondents, under a systematic sampling (1 over 10 households with balanced geographical distribution). The subgroups were not subject to further statistical analysis due to asymmetrical distributions in two of the three communities. Men (56%) were slightly more frequent than women (44%); the median age class was 55-59 years old, the respondents had a mean of 2.0 children, lived in their community for an average 37 years, the vast majority was owner of his/her house (94%), the majority (51%) had an household income ranging between poverty line and an upper limit (equivalent to \$100,000 CAD), with about 25% below and 21% above that range; most were professionals (31%) or managers (24%) according to ISCO-08 classification (ILO 2008), currently active on the job market (48%) or retired (36%), with a mean education level of 4.1 (finished upper secondary and reached post-secondary non-tertiary level) on the ISCED-2011 classification (UNESCO, 2011).

4.2 Interviews

Only one semi-quantitative question about the preference for actors and institutions within a collective decision-making process, same as for the citizens, was retained for this exercise on governance perception, as the main interest lays in the comparison

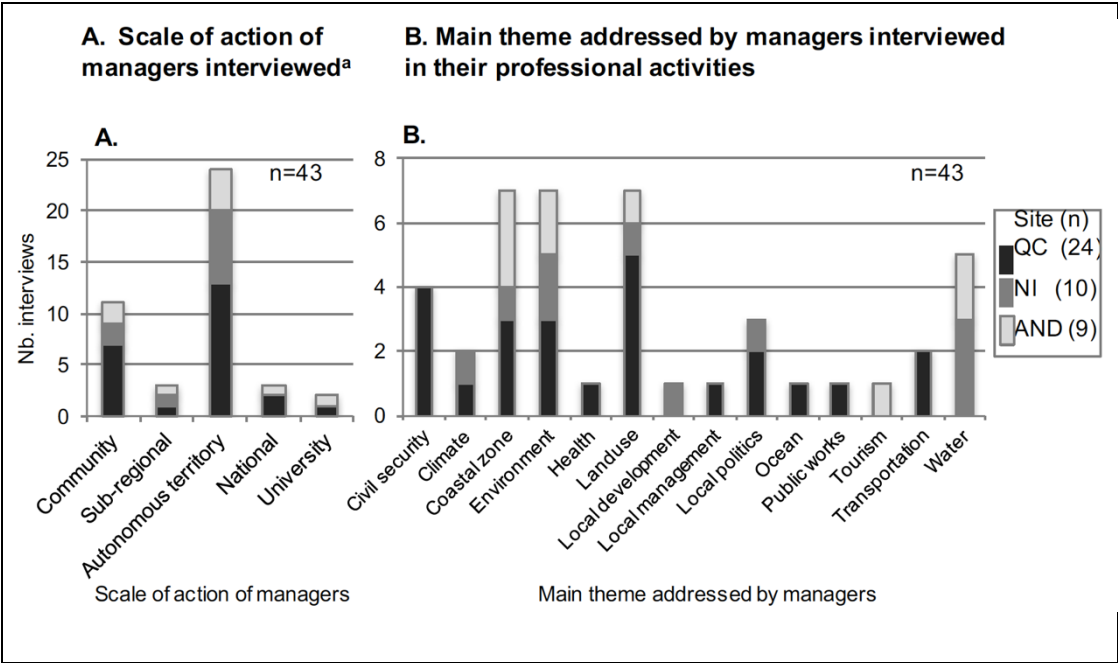
between citizens and managers (Appendix I, full interview guide available upon request). Each interview lasted 1 to 3 hrs. The sampling of institutional key actors was based on the pertinence of the contacts, either civil servants or stakeholder from important local organizations (environmental, academy); the term “manager” will further be used to refer to all interviewees, inclusively. We identified relevant organizations and targeted services within those organizations (e.g. Dpt. of Environment: coastal service), using websites to identify key contacts and coordinates, and sending interview requests by mail. In the case of no response after some 10 days, a follow up was made by telephone. Referral sampling has also helped to complete the sampling. The organizations were selected based on pertinent themes (environment, water, land use planning, transportation, local planning, civil security, climate change and adaptation) and covered different institutional scales (local, sub-regional, autonomous territory and national), with a target of 10 interviews per country.

In total, 43 interviews of managers were conducted, 24 in AVI, 10 in KIL and 9 in CHI (Fig. 3). At least two local actors were interviewed, one municipal administrator and one in a local organization (environmental or local development); the balance was composed of civil servants within autonomous territory and national governments and their ramifications. The mobilization of national (country-scale) institutions appeared as a common difficulty in the three areas, with multiple interview requests, but only few responses, among which only marginal positive response. The five themes most represented were coastal zone (7), environment (7), land use and planning (7), water (5) and civil-security (4). The mobilization of civil security actors, a key aspect in terms of erosion, storm surge and natural hazard management appeared to struggle in Northern Ireland and Andalusia.

4.3 Data treatment and analysis

The descriptive statistics and tests of significant differences across the three study sites were operated, all at a confidence level of 95%. The statistics were computed using the package "FactoMineR" (Lê et al., 2008) on RStudio, and the selection of tests followed the recommendations of Cornillon *et al.* (2010) for each kind of variable. For preoccupations, the open answers were classified according to the number of respondents who mentioned the coastal hazards or changes topic among their top 3 preoccupations. The equivalence of proportions across the three areas was tested. For the importance of the coastal zone for the economical and social aspects of their community, the averages and SD were computed for each community and aspects, and the equality of means across areas was tested using the non-parametric Wilcoxon test. For satisfaction, a first semi-quantitative question was followed by an open question on potential improvements, and those who declared being satisfied or being neutral but who listed a series of improvements in the open question were termed "pseudo-satisfied" and "pseudo-impartial" respectively. For this result and the question about preparedness, a chi-square test was used to compare the answers across areas. For the environmental preoccupations (open question), a content analysis was conducted on the answers of each respondent, aiming to identify the attitudes towards coastal hazards regarding the cultural theory in risk context (Grothmann and Patt, 2005; Langford et al., 2000). The most pertinent citations were selected to illustrate the analysis.

Figure 3. Managers sample



Characteristics of managers interviewed: A. Scale of action of managers interviewed. Representatives of parent bodies are comprised in parent organization. B. Main theme addressed by managers interviewed. QC = Quebec, NI = Northern Ireland, AND = Andalusia.

To explain the variance in citizen perception, we computed a multivariate correspondence analysis (similar to factorial analysis, suggested by Cornillon *et al.* (2010), for each perception variable (dependant) using socio-demographic descriptors (independent variables). The very low scores of explained variance of the first components recommended not considering these factors any further in the governance perception analysis (see Appendix II).

For the questions asked to both citizens and managers about actors' decisional and responsibility roles, the scores were averaged for each area separately for citizens and managers. Then, averaging for each actor groups all areas and respondents scores, an empirical model of participation classes was built and plotted with responsibility (y)

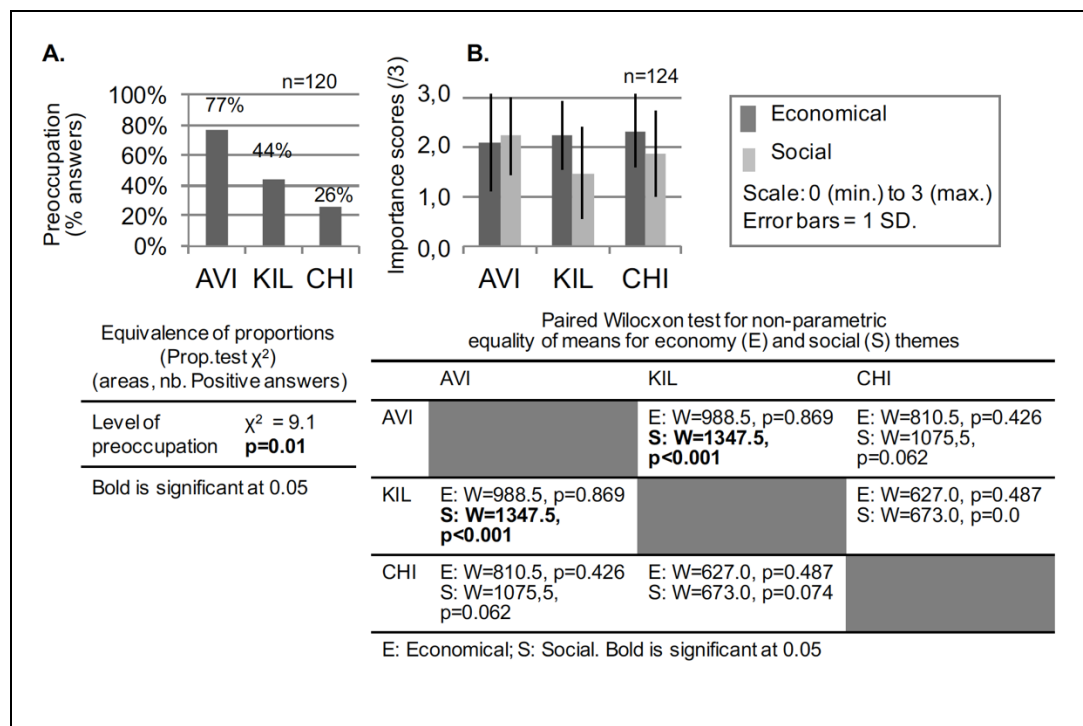
against decision (x), in order to distinguish five typical participation classes (major, secondary, marginal, consultative, resource provider/disinterested).

Finally, the indicators (Tables 1, 2) were scored using the previous data. See section 2 for scoring and representation details.

5. Results

In terms of preoccupation, the results show a significant grading (AVI>KIL>CHI) in the preoccupations for coastal hazards, contrasted with significantly similar general importance paid to the coastal zone for its economical and social importance for the community (Fig. 4).

Figure 4. Preoccupations and importance of coastal zone

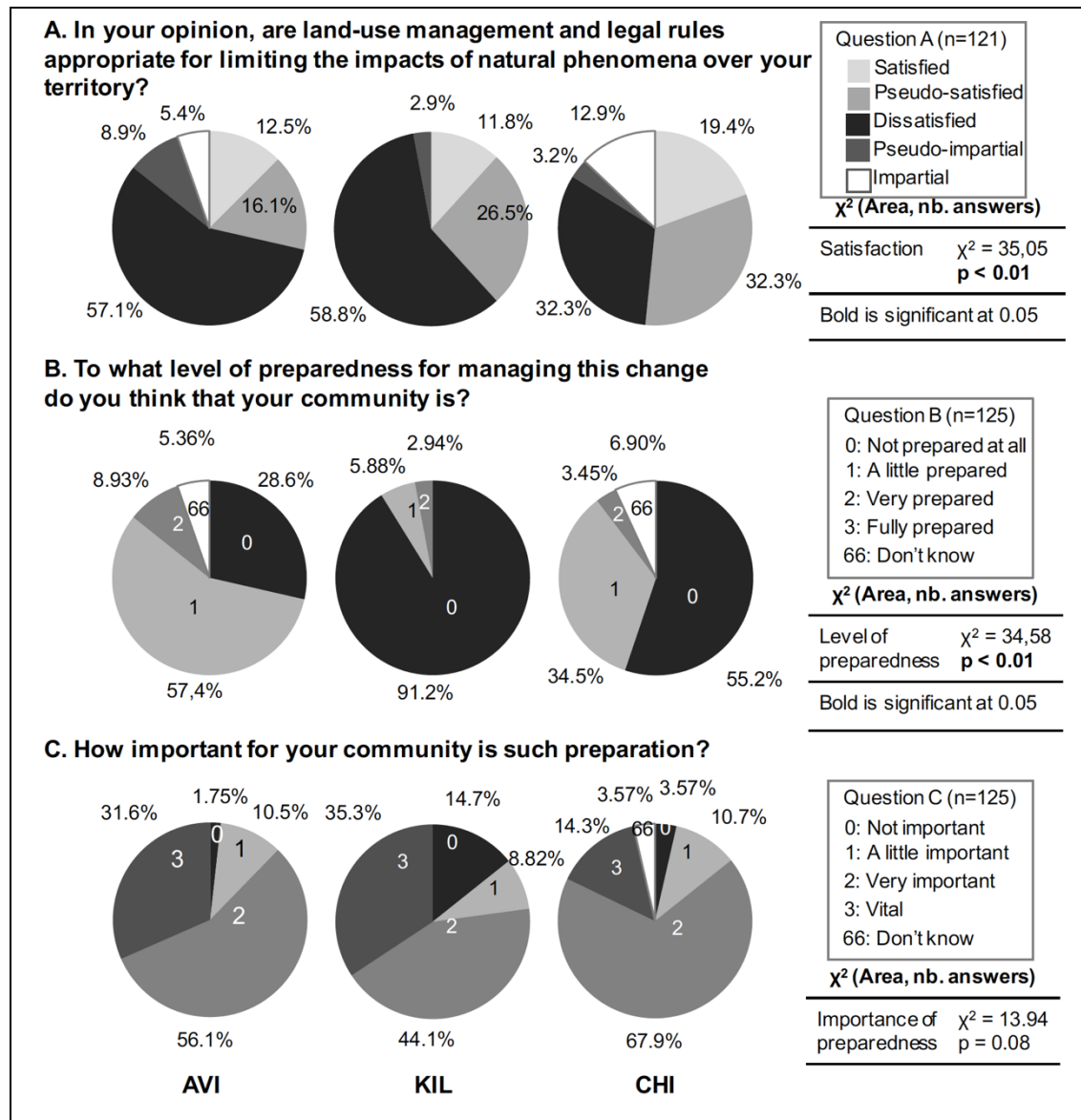


Citizens' preoccupation for coastal hazards (A) and perceived importance of the coastal zone for their community in terms of economy and social dimensions (B): A. Proportion of respondents who mentioned coastal hazards theme among their top-3 community

preoccupations. B. Mean perceived importance of the coastal zone for the economical and social themes.

In terms of satisfaction about coastal risk and land use management, a significantly greater satisfaction and lower dissatisfaction was expressed in CHI (Fig. 5a). As for preparedness, the vast majority of respondents considered their community as not prepared at all or little prepared for managing the risks and environmental changes (Fig. 5b), while AVI perceived significantly greater preparedness, which was contrary to KIL, where preparedness was perceived as nearly null. Despite that, all three communities similarly highly value preparedness, with answers very important and vital $> 79\%$ in all three (Fig. 5c).

Figure 5. Satisfaction and preparedness



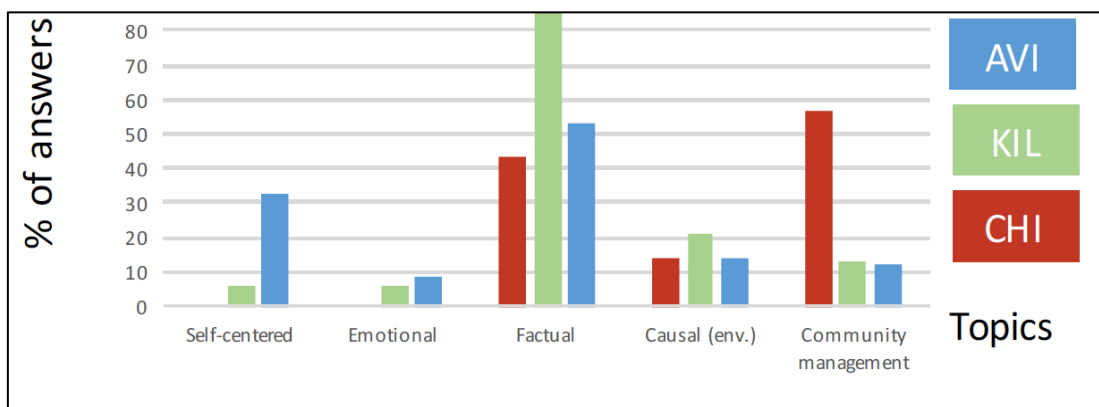
Citizens' perception of satisfaction (A), level of preparedness (B) and importance of preparedness (C) across areas: A. Classification of satisfaction according to declared satisfaction (y/n/na) and open question about improvements. Pseudo-satisfied and pseudo-impartial were to declaring satisfied or impartial but who mentioned improvements. B. Perceived level of preparedness. C. Perceived importance of preparedness.

With regards to the cultural attitude towards coastal hazards, some citizens of AVI were found to express an emotional experience of coastal hazards, as in KIL most of the respondents rationally acknowledged the problem, and in CHI disinvolvement denial or lack of observation were dominating the citizens' attitude (Table 4, Fig. 6).

Table 4. Cultural attitudes

	Kilkeel	Chipiona†	Avignon†
Citation 1	"The sea is taking away the bank, [which brings] less field surface" (KIL023)	"There is not any [environmental problem], it is conserved well enough, I don't see any" (CHI09)	"We don't like to see the coast retreating; we Wonder what is going to happen" (AVI045)
Citation 2	"There is a significant problem about coastal erosion [...] lack of recognized strategy to deal with that problem" (KIL027)	"An NGO is watching and paying attention to the environmental themes, the <i>club CANS</i>]" (CHI027)	"An event like the one in 2010, it makes you reflect a lot; the warming of the planet, it is not <i>us</i> until [the nature] takes its right back; I understood [the message]: I am going, I am moving [soon my house]" (AVI051)
Attitude	Rational problem acknowledgement	"Disinvolvement", denial or lack of observation	Emotional experience of the problem
† Citations freely translated from Spanish (Chipiona) and French (Avignon).			

Figure 6. Attitude in environmental preoccupation answers

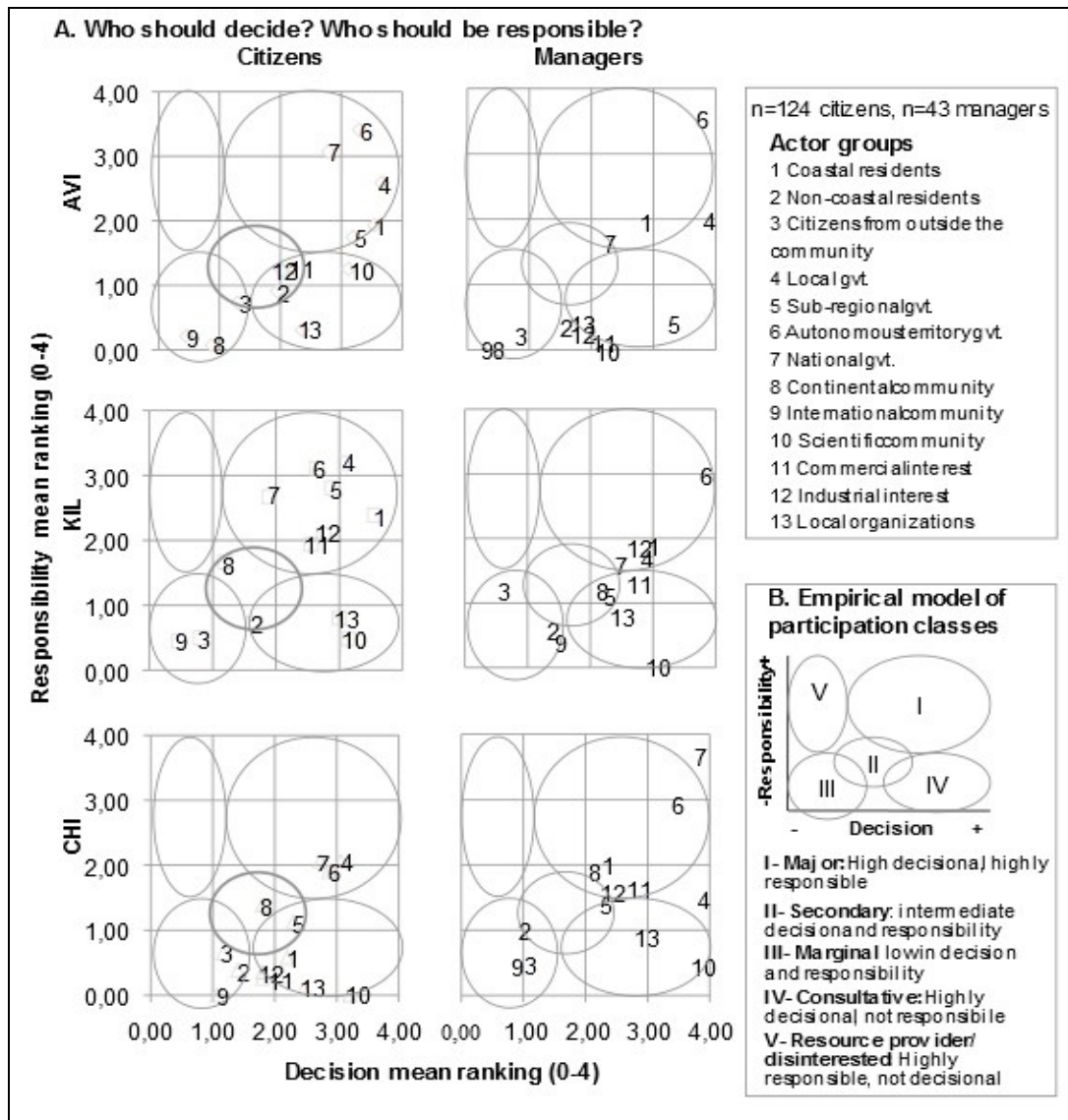


About perceived responsibility (Fig. 7), there was a dominance of higher governmental levels (autonomous and national) as major actors, with a strong participation of coastal residents except among citizens in CHI. Consultative roles were generally devolved to scientific community and local environmental organizations. There were diverging opinions about the national government (widest range of scores) and the sub-regional scale.

In the multiple correspondence analysis, the socio-demographic descriptors covaried only weakly (<20% of cumulative variance of dimension 1 and 2) with the variables of risk governance perception or those of preference for decisional and responsible actors (Appendix II). However, other area-related factors (cultural, experiential, psychological, personal values, ...) affected the respondents' answers, indicated by a doubled cumulative variance when analyzing separately each community.

The scores of indicators of citizen's attitude and of functional coherence between citizens and managers provided intermediate levels of citizen attitude and of functional coherence in AVI and KIL, but it appeared weaker in CHI (Tables 5, 6).

Figure 7. Decision and responsibility



Decision and responsibility of actors under collective decision-making: perceived roles and empirical model of participation classes: A. Who should decide? Who should be responsible? Mean scores for decisions against mean scores for responsibility for citizens and managers, across study sites. B. Empirical model of participation classes: 5 groups based on decision against responsibility scores.

Table 5. Scores of citizens affective context

Criteria	AVI	KIL	CHI	Total
Attitude towards the issue				
A. Level of preoccupation (/6)				
Proportion of respondents who mentioned coastal hazards theme among their top-3 preoccupations	3	2	1	6
Cultural attitude towards the problem	2	3	1	6
Attitude towards management				
B. (Dis-)satisfaction (/6)				
Majority being dissatisfied	1	1	3	5
Perceived level of preparedness = null	3	1	2	6
C. Valuation of management solutions (/3)				
Nb. Management solutions among top-6	2	3	2	7
Feeling of involvement and control				
D. Feeling of control (/9)				
High coastal residents decisional scores (major class)	3	3	3	9
High non-coastal decisional scores (secondary class)	3	3	1	7
Residents close to leader: Decision scores (leader - higher residents group) > 0.75	3	3	1	7
TOTAL (/24)	20	19	14	
† Colors have been attributed only for the sake of illustrating the differences across areas; thresholds for A were 3=green, 2=yellow, 1=red; thresholds for B & D were 7-9=green, 4-6=yellow, 1-3=red; thresholds for C were 9-12=green, 5-8=yellow, 1-4=red				

Table 6. Scores of functional coherence

Criteria	AVI	KIL	CHI	Total
Inclusiveness and legitimacy				
A. Common understanding of most/nb. of legitimate stakeholders in decision (/3)				
Number of common major actor(s) (class I)	3	2	1	6
B. Common understanding of the public nature of the issue (/6)				
Common class (at least group II) for non-coastal residents (residents vs. managers)	3	2	1	6
Difference (abs) (residents-managers) of place devolved to citizens in responsibility > 0.75	2	3	1	6
Leadership and power sharing				
C. Common understanding of leadership (/6)				
Same highly responsible actor (residents vs. managers)?	3	1	3	7
Difference (abs) of lead actors responsibility score (residents vs. managers) < 0.75?	3	3	1	7
Mutual roles and cross-scale architecture				
D. Residents decisional role (actors groups 1, 2) (/6)				
Difference (abs) (residents-managers) of place devolved to coastal residents in decisions < 0.75?	1	1	3	5
Same participation class for coastal residents (residents vs. managers)?	3	3	1	7
E. Local government role (actors group 4) (/6)				
Difference (abs) (residents-managers) of scores of local gvt. in decisions < 0.75?	3	3	3	9
Same participation class for local gvt. (residents vs. managers)?	3	3	1	7
F. Government role and cross-level collaboration (actors groups 5, 6, 7) (/6)				
Managers' perception of cross-level collaboration: nb. gvt levels in major class (I)	1	2	2	5
Nb. gvt levels class mismatch (residents-managers)	1	2	3	6
TOTAL (/33)	26	25	20	
† Colors have been attributed only for the sake of illustrating the differences across areas; thresholds for A were 3=green, 2=yellow, 1=red; thresholds for B to F were 5-6=green, 3-4=yellow, 1-2=red.				

6. Discussion

6.1 AVI: sustainable potential impeded by emotionalism

Overall, the community of Avignon was found to have a strong perception of governance but is driven by a strong emotional bias. This is indicated by:

- the presence of emotion-driven discourse when asked about environmental preoccupation (Table 4);
- the strongest preoccupations towards coastal hazards of three sites (77% of respondents; Fig. 4a);
- strong dissatisfaction towards current management (57.1% for dissatisfied and 82,1% including pseudo-satisfied and pseudo-impartial) (Fig. 5a);
- and perception of preparedness higher than others (66.3% saying a little prepared or very prepared), but perceived as insufficient (87.7% saying very important or vital) (Fig. 5b, c).

This emotional feature appears as a reaction of internalization of the risk context, a recognized intra-personal factor of risk assessment (Reser and Swim, 2011). Interestingly, it also influenced the governance perception. Indeed, by questioning the community's insufficient preparedness and massively manifesting their dissatisfaction towards the current management, the community questions its own ability (or its institution's ability) to maintain the security and well-being of its citizens. This attitude is consistent with strong experiential factors (Leiserowitz, 2006), knowing that the community of AVI was submitted to three hazard experiences over the recent decade. Surprisingly, the results also revealed another root of this experiential factor: a governance-related dimension, expressed in the dissatisfaction towards the current land use and hazard management and the perceived lack of preparedness after the hazards faced by the community (Fig. 5). These emotional and experiential factors are piling up in the community towards an

overall perception of breach in the community's ontological security (Giddens, 1993; Wakefield and Elliott, 2000). This has two different potential consequences: on the positive side, it suggests a great social acceptability of public policies protecting the communities well-being against extreme events and support for climate change adaptation; on the negative side, scepticism and reactive emotions towards the current lack of preparedness suggest a reduced context of trust in the institutions.

From this, AVI appeared to have a cultural position related to egalitarians, which rather supports the potential of developing collective decision-making. As defined by Leiserowitz (2006), egalitarians show the greatest environmental concerns and by a strong sense of having a power in the discussion. In AVI, both are unified. On one hand, the social sensitivity for coastal hazard peaked, with over 75% of respondents being preoccupied about this issue compare to only 26% for CHI (Fig. 4). On the other hand, the attitude towards collective decision-making indicated a high sense of involvement, as supported by:

- high indicators of feeling of control over the decision making process: high scores of coastal citizens and non-coastal citizens in decisions (Class I and II), as well as closeness to leaders in decisions (score difference < 0.75) (Fig. 6, Table 6);
- rather high functional coherence (good common understanding of a wide and inclusive decision-making process (large inclusiveness and numerous legitimate stakeholders, same most responsible actors – Quebec province – and wide power sharing, and mutual understanding of governmental levels roles (Fig. 6, Table 6).

In the end, AVI showed strong factors of social adaptive capacity from high interest of citizens, a general coherence of governance conceptions and great affinity with egalitarian attitudes. This is a positive ground for the social acceptance of sustainable

governance of natural hazards and the potential for active participation of citizens. But at the same time, its high social vulnerability to coastal hazards relative to affective charge of highly perceived risks is an obstacle that has to be addressed before intending any collective management effort, either by communication of preparedness, or by measures to ensure the maintenance of ontological security of the most vulnerable groups. Moreover, remaining factors of vulnerability greater than the community have to be assessed before diving into it.

6.2 KIL: strong citizen's attitude but misunderstanding about inclusiveness

In Kilkeel, the results suggest that the citizens had a favourable affective context about coastal management, supported by:

- intermediate preoccupations, with 44% of respondents who mentioned coastal hazards among their general preoccupations about the community and an acknowledgement of the issue (Fig. 4). This matches well the intermediate risk context, compared to AVI (Boyer-Villemaire et al., 2014b);
- strong valuation of management among all kind of solutions (Table 5), as supported by previous attitude towards solutions (Boyer-Villemaire et al., 2014b);
- feeling of control over the decisions: strong valuation of the participation of coastal citizens in decisions (Class I), of non-coastal citizens as secondary actors (Class II), with scores of coastal residents close to leaders (score difference < 0.75) (Fig. 6, Tables 5, 6).

In contrast, there was a striking misunderstanding about legitimacy. On one hand, citizens expressed strong feelings against the current management, with the highest dissatisfaction (58.8%) and lowest perceived level of preparedness of all three communities (91.2% saying not prepared at all) (Fig. 5). This claim for increased

preparedness is consistent with the acute awareness they have about their changing environment, observed earlier by Boyer-Villemaire (2014b) and a strong emotional charge about the current management or institutions. However, contrary to AVI, this emotional bias does not appear to be related to an ontological security threat, because the attitude towards risks is rather a rational acknowledgement (Table 4). The dissatisfaction rather appears restricted to the Institutions, especially their apparently low level of preparedness. The centralization of power in Northern Ireland (as a result of past political unrest) has probably contributed in that local governments currently have only limited decision-making powers. Local people are therefore more likely to be disinterested in local government.

On the other hand, the legitimacy misunderstanding may be related to the managers' attitude. While the citizens' preferences for decisional and responsible actors appears very similar to those of AVI's citizens (Fig. 6), a clear difference of perception is evident in the managers group. A common denominator under these features is the inclusiveness of stakeholders: the citizens perceived more inclusiveness than managers, as indicated by (Fig. 6):

- a greater number of major actors perceived by the citizens (addition of county-scale (5) and commercial interests (11));
- a greater role devolved by the citizens to non-coastal residents (secondary group), compared to only marginal group from managers;
- higher scores awarded by the citizens to coastal residents both in decisions and responsibility compared to managers;
- a larger conception of leadership by the citizens, with the local government (4) and Northern Ireland very tight in scores, while managers opted more exclusively for NI.

The community of KIL consequently showed no more than a medium functional coherence of perceptions about (a majority of intermediate scores) the understanding of:

- legitimate stakeholders (only 3 common actors in Class I);
- leadership (not same lead actors in both decisional and responsibility axis);
- residents decisional role (non-coastal residents not in same participation class);
- and of government role and cross-level collaboration (score differences > 0.75 for national, local and county-scale) (Fig. 6, Table 6).

In other words, managers and citizens interpret differently the stakeholder's salience, which resides in legitimacy, power and/or urgency, according to Mitchell's (1997) stakeholder typology. More specifically, legitimacy may be established in cases of ownership, sentiment, expectation and exposure of the stakeholders. The lower scores devolved to coastal residents by the managers indicates a lower measure of urgency or exposure. The lowest level of preparedness reported by the residents supports this interpretation. The Kilkeel coastal residents are undoubtedly exposed to coastal hazards, with high rates of retreat in the Kilkeel cliffs comparable to AVI and CHI, and citizens have been impacted by the 2002 storm-surge. Hence, the managers minimized the risks, which lowers the citizen's legitimacy, and this contributes to the citizens' low belief in the Institutions.

The remaining question is why. The lack of scientific information available about erosion in KIL certainly contributes to that (Boyer-Villemaire et al., 2014b). But other institution-related discounting mechanisms specific to managers may be involved. For instance, the regional (county-scale) land use planning made by DOENI offices in Craigavon, about 65 km inland supports a feeling of remoteness

from coastal impacts and reduced experiential factors, as nobody in the local council had qualifications in coastal management.

6.3 CHI: cultural disinterest and underestimated potential for participation

In Chipiona, the perceptions of governance indicated a context in disfavour of community-based management of the coastal changes, through both the citizens disconnected from coastal hazards and community-management, and the underestimation of local potential for community-based management by the managers.

First, the citizens' affective context does not suggest any interest about getting involved in the decision-making about the coastal zone, as supported by:

- the least preoccupation for coastal hazards (26% of respondent) (Fig. 4);
- more satisfaction regarding the current management than in the other two communities (52% of respondents genuinely satisfied to pseudo-satisfied and only 32% saying they were dissatisfied by the current management) (Fig. 5);
- not particularly valuing management efforts among their favourite potential solutions (only 3/6) (Boyer-Villemaire et al., 2014b);
- and awarding only low scores about their potential contribution to a collective decision-making regarding the coastal zone (coastal residents out of major actors and non-coastal residents in marginal actors) (Fig. 6, Table 5).

They thus felt either disinterested by the issue of coastal hazards or powerless in their management. In terms of sustainable community-based management, this attitude corresponds to the lowest stage of participation, only information receivers (Godschalk et al., 2003; IAP2 2011). However, this is also consistent with the lack of information claimed by the citizens in the previous assessment of their awareness of coastal changes (Boyer-Villemaire et al., 2014b): the disinterest may only be the

consequence of missing information. Under theories of a continuum of increasing participation over time, raising the interest through information campaign would be a start.

Second, this affective context is reflected in the preferences for actors and scales of governance. The citizens' perception supports a centralized management, as opposed to managers, who viewed a wider inclusiveness comparable to KIL and AVI. This is indicated by:

- low number of actors considered legitimate by the citizens (only the Spanish government, Junta de Andalucia and city council), as the managers added coastal residents and private-sector actors (Fig. 6, Table 6);
- an indifferent conception of leadership by the citizens (no score over 2.0/4.0 for major actors) as the managers clearly stated their preference for the Spanish government as the main responsible actor (near 4.0/4.0 in responsibility scores) (Fig. 6, Table 6).

Radically different from other communities, an explanation of this position could evoke the land use. As the CHI sub-sample showed the most non-coastal respondents (78%), this was due to the very low number (<15) of permanent legal houses on the first row of the coastline, due to the coastal law of '88 that preventing the location of such building. Nonetheless, we argue that a cultural position is intrinsically a much more influential factor. The citizens perceive themselves as held apart and are satisfied about it, a rather fatalistic cultural position (Langford et al., 2000), either due to their lack of information or of interest. Their legitimacy can nonetheless be established due to a tangible exposure of assets, a valid legitimacy criterion according to stakeholder typology (Mitchell et al., 1997). First, exposure arises from a dynamical geomorphology, as the annual erosion rates are the highest of the three communities (see section 3.2), the historical coastal flooding event that was recorded

during winter 2009-10, and the negative sedimentary balance is obvious as the central government frequently nourishes the beaches. Here, another influence of culture lays in the lack of notification by the citizens of the flood event and of the nourishment observed in a previous study (Boyer-Villemare et al., 2014b), both of which occur during winter, when the beaches are left even by the Chipioneros. Second, exposure originates from multiple assets exposed: many illegal houses located in first-row; high population densities in second-row and in low-lying areas; frequently flooded small commercial beach concessions (*chiringuitos*); a frequently damaged urban promenade; important issues related to the integrity of the *corrales de pesca* – intertidal fish weirs – important for food and leisure but also for wave-breaking and for the main economic motor (tourism). For all this, the quality of life of the Chipioneros depends on the management of the coastline. They would have interest in acknowledging their legitimate stakeholder status, or having access to targeted information about coastal management to recognize it.

This analysis highlights one last factor of governance perception in CHI: the under-estimation of the potential for community-based coastal management by the managers due to a young democratic tradition. Indeed, the managers under-scored the responsibility of local authorities, making them only consultative actors (Fig. 6): they under-estimate the local autonomy. In turn, this feeds the loop of citizens' disinterest and contributes to minimize the importance information. This situation leaves the Chipioneros in a very vulnerable position, the lowest socio-economical resilience and adaptive capacity of all three communities, and not encouraging community-based management, a previous tool for sustainable development.

6.4 Institutional trust, distance bias and need for community-based management

Theoretically, if scores of each sub-categories in Table 6 were optimal, citizens-managers would have reached functional coherence of perceptions. However, the

results suggest otherwise in all three communities. Whilst there are various factors of perceptions for each community exposed above, we argue that the three communities show a common problem with trust in coastal management governance, which impedes the commonality of governance perception. Institutional trust relies on two main components: expertise and trustworthiness (Gamero et al., 2011). Satisfaction and communication are also important factors of institutional trust (Gronlund and Setälä, 2012).

First of all, we observed a lack of influence of socio-demographic descriptors observed by the multivariate analysis in each community (Appendix II). This is consistent with the observations of Wachinger et al. (2013) where trust in authorities and personal hazard experience appeared to weight more than socio-demographic factors in the willingness to prepare.

Then, similarly in AVI and KIL, the lack of trust is evident among both citizens and managers. Indeed, the dissatisfaction expressed by citizens towards current coastal management (Fig. 5) may originate from a division about citizens' legitimacy in decisions, as they score themselves higher than the managers did (Fig. 6). In Quebec and Northern Ireland, coastal protection is private, with a strong centralized management heritage, where the governmental departments zone land uses, but fail in providing means for citizens to protect themselves and their goods against the changing environment. Therefore, the perception of power is rather symmetrical: the citizens feel at a great level of reciprocity with civil-servants on the topic of coastal protection. On the contrary, the civil servants appear to adhere to a traditional donor-recipient model (Silk, 2004), where the government had very high decisional scores, while the coastal and non-coastal residents are submitted to them (high score differences). This is especially true in KIL, where, in the managers' perceptions, non-coastal residents scored only as marginal actors. Dissatisfaction and lack of trustworthiness therefore appear related in AVI and KIL.

Second, the remoteness of coastal communities from centres may also introduce a “distance bias” in the citizens’ perception of institutional expertise, by depreciating the expertise of civil-servants coming or working in remote administrative cities, and boosting citizens’ perception of themselves as being “experts” of their local area. Inherited from a centralized model of governance, this reflects the opposition between “insiders” and “outsiders” of the community and may also feed dissatisfaction towards institutions (Fig. 5). The distance bias may also influence the managers’ perception. For example, in KIL, the expertise of the local actors is quite lower in the perception of managers, preferring NI government as a lead, as the citizens awarded the lead position to their local council (Fig. 6). Similarly, both in AVI and KIL, the managers’ perception of the expertise of the national government (Canada and UK), perceived as very far from local reality (the capitals of Ottawa and London are indeed >1000km from the concerned communities) and may be influenced by a distance bias. Coherently, Gray *et al.* (2012) observed that in Canada the environmental management partnerships influence the perception of institutions as to raise the confidence in regional and provincial authorities, but not in Canadian government. In both KIL and CHI, the national level was ranked much lower than the autonomous territory, but it is not the case for citizens. Therefore, the perception of expertise appears related to the distance bias and thus of the institutional trust.

On the side of the citizens in CHI, there also appears to be a bottleneck with trust, but differently than in AVI and KIL. Compared to other communities, the average scores of decisions and responsibility are lower for nearly all actors except scientific community and European Union (Fig. 6). This indicates a lower level of confidence in the various decision-makers, which is coherent with the narrow understanding of legitimacy observed above (Table 6). This is especially true for scores awarded to coastal and non-coastal residents’, indicating a distrust in the pertinence of citizens’ participation. Contrary to AVI and KIL, the citizen’s satisfaction of coastal management is high in CHI and does not interfere with trust in Institution. This may

rather relate to the level of preoccupation about the topic of coastal management (Fig. 4), which itself is a consequence of insufficient communication and information divulged by Institutions about the topic (Boyer-Villemaire et al., 2014b): there is ambiguity of the topic and therefore the citizens of CHI feel ambiguous about the way to manage it. This is supported by a strong relationship between risk communication and trust, as communication builds trust and trust builds public acceptability (Bronfman et al., 2009). The managers of CHI also exhibited a strong preference for the national Spanish government as the lead actor, devaluating the local expertise (Fig. 6), which is related to strong corruption perception (95%) in Spain (EC 2014). Therefore, a national-scale centralized model might appear satisfactory for citizens and managers in CHI, but it is opposed to the community-based model promoted for sustainable management (United Nations, 1992) and the need for more social acceptability of responses and citizen active participation in an adaptive governance model (Boyer-Villemaire et al., 2014a; Renn, 2008).

In the end, trust and participation are like the egg and the hen: from which to start? Governance perception is complex and has various root factors depending on national to local and natural to human context. Building trustworthiness between both citizens and managers and building expertise appear key strategies to do so.

7. Conclusion

This study of risk governance perceptions and adaptive capacity illustrated the potential of an ability-based framework of risk governance perceptions for identifying some community-scale perception struggles in the community's ability to adapt. Three communities in Canada, Spain and the UK were studied during a systematic survey of citizens and semi-directed interviews of local to national managers.

In the three communities, the citizens' perceptions appeared to lower the ability to contribute constructively to adaptation, either through dysfunctional risk appraisal (e.g. Kilkeel) or destructive affective content (e.g. Avignon), or both (e.g. Chipiona). Moreover, not one of the communities surveyed seemed to have reached a functional coherence between citizens and managers (Table 6).

The underlying reasons vary for each, and the indicator-based assessment allowed the most critical to be identified in each local context. They include:

- a perceived breach in the ontological security of some citizens and the misunderstanding about governmental roles in Avignon;
- only intermediate scores in Kilkeel, that could be related to an underestimation of participative potential and to an over-rational attitude towards victims;
- a lack of information and short democratic tradition, the consequent disinvolvement and the mismatch in the understanding of inclusiveness and leadership in Chipiona.

Moreover, the deficient institutional trust appeared a common underlying factor of incoherence in perception, including dissatisfaction and distance bias devaluing institutional and citizen' expertise.

Therefore, each in their own way, governance perception factors contribute to the anthropogenic vulnerability of communities. At the same time, they decrease the actual adaptive capacity of those villages by lowering the social acceptability of measures that appear sustainable to decision-makers. New models of community-based sustainable coastal governance favour an increased participation of the civil society to increase social acceptability of management decisions. However, this study implies that a mismatch between citizens and managers may decrease the capacity to carry out successful community-based governance. We recommend that governance

perception be assessed before launching new governance initiatives. Preliminary workshops with citizens and managers could be used for building institutional trust. Moreover, when serious struggles like the perception of breaches in the ontological security are identified, they must be addressed with adequate measures or resources before considering an equal-to-equal collaboration.

In this sense, the semi-quantitative assessment proposed in this study was successful. Using limited resources (4 months field survey per community) and based on measurable indicators of the presence of key abilities of community adaptation, it was possible to diagnose and highlight locally-adapted strategies to overcome the vulnerabilities related to perceptions. It also enabled the building of a social network around the theme of coastal hazards. The next step would be in the field of research action to measure the feedback of this diagnosis by the communities and other relevant stakeholders, and support the community in perfecting the strategies in a way that makes the most sense to them. Other perspectives could also imply the testing of this assessment under other coastal contexts, like in aboriginal communities or non-occidental communities, where the sense of ‘collectivity’ might differ significantly.

Acknowledgements

We would like to thank NSERC (Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada) and FRQNT (Fonds recherche Québécois sur la nature et les technologies) for Ph.D. scholarships to UBV, as well as the Center for Northern Studies and Quebec’s Departments of Education and of Transport for funding. We sincerely thank all the respondents that generously answered the survey. A special thank to the Institut des Sciences de l’Environnement of the UQAM for hosting UBV, and to N. Lewis, A. Caron, and M. Strupler for fruitful discussions. Finally, we are grateful to two anonymous reviewers for their very constructive comments.

References

- Adger, W., 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change* 16, 268-281.
- Aitken, C., Chapman, R., McClure, J., 2011. Climate change, powerlessness and the commons dilemma: Assessing New Zealanders' preparedness to act. *Global Environmental Change* 21, 752-760.
- Ares Sainz, I., 2009. Análisis y evaluación de los procesos de agenda 21 en zonas coseteras de la provincia de Cádiz. University of Cádiz, Master thesis, p. 62.
- Armitage, D.R., Plummer, R., Berkes, F., Arthur, R.I., Charles, A.T., Davidson-Hunt, I.J., Diduck, A.P., Doubleday, N.C., Johnson, D.S., Marschke, M., McConney, P., Pinkerton, E.W., Wollenberg, E.K., 2009. Adaptive co-management for social-ecological complexity. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7, 95-102.
- Arnstein, S.R., 1969. A Ladder of Citizen Participation. *JAIP* 35, 216-224.
- Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz, 2013. Calendario de Mareas 2013: Horas oficiales. Puerto de la Bahía de Cádiz [online] 2013/04, URL: <http://www.puertocadiz.com>, 13.
- Bernatchez, P., Frazer, C., Lefaivre, D., Dugas, S., 2011. Integrating anthropogenic factors, geomorphological indicators and local knowledge in the analysis of coastal flooding and erosion hazards. *Ocean Coastal Management* 54, 621-632.
- Boyer-Villemaire, U., Benavente, J., Cooper, A., Bernatchez, P., 2014a. Analysis of power distribution and participation in sustainable natural hazard risk governance: a call for active participation. *Journal of Environmental Hazards: Human and policy dimensions* 13, 38-57.
- Boyer-Villemaire, U., P. Bernatchez, J. Benavente et J.A.G. Cooper (2014b). «Quantifying community's functional awareness of coastal changes and hazards from citizen perception analysis in Canada, UK and Spain», *Ocean & Coastal Management*, vol. 93, p.106-120, DOI: 110.1016/j.ocecoaman.2014.1003.1016.
- Bronfman, N.C., Vazquez, E.L., Dorantes, G., 2009. An empirical study for the direct and indirect links between trust in regulatory institutions and acceptability of hazards. *Safety Science* 47, 686-692.
- Burton, I., Kates, R.W., 1964. The Perception of Natural Hazards in Resource Management. *Nat. Resources J.* 3, 412-441.

- CMAOT - Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio, 2013. Programa de Conservación y Recuperación del Camaleón Común. Junta de Andalucía [online] 2013/12, URL: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a229ebe205510e205511ca/?vgnextoid=205296c205682c209542a205110VgnVCM1000000624e1000000650aRCRD&vgnnextchannel=f1000000744aed1000006207d1000004310VgnVCM2000000624e1000000650aRCRD>.
- Cornillon, P.A., Guyader, A., Husson, F., Jégou, N., Josse, J., Kloareg, M., Matzner-Løber, E., Rouvière, L., 2010. Statistiques avec R, 2e édition augmentée. Presses universitaires de Rennes, Rennes, France.
- Del Río, L., Gracia, F.J., 2009. Erosion risk assessment of active coastal cliffs in temperate environments. *Geomorphology* 112, 82-95.
- Del Río, L., Gracia, F.J., Benavente, J., 2013. Shoreline change patterns in sandy coasts. A case study in SW Spain. *Geomorphology* 196, 252-266.
- Del Río, L., Plomaritis, T.A., Benavente, J., Valladares, M., Ribera, P., 2012. Establishing storm thresholds for the Spanish Gulf of Cádiz coast. *Geomorphology* 143-144, 13-23.
- Devoy, R.J.N., 2008. Coastal Vulnerability and the Implications of Sea-Level Rise for Ireland. *J. Coastal Res.* 242, 325-341.
- Drejza, S., Bernatchez, P., Dugas, C., 2011. Effectiveness of land management measures to reduce coastal georisks, eastern Québec, Canada. *Ocean & Coastal Management*.
- Dubois, J.-M.M., 1993. The St. Lawrence River System, Atlantic Coast of Quebec, in: Hildebrand, L.P. (Ed.), *Coastlines of Canada*, 8th Symposium on Coastal and Ocean Management. ASCE, New Orleans, July 19-23, 1993, pp. 159-169.
- Duxbury, J., Dickinson, S., 2007. Principles for sustainable governance of the coastal zone: In the context of coastal disasters. *Ecological Economics* 63, 319-330.
- EC - European Commission, 2014. EU Anti-corruption Report. European Commission, Brussels.
- Gamero, N., Espluga, J., Prades, A., Oltra, C., Sola, R., Farre, J., 2011. Institutional dimensions underlying public trust in information on technological risk. *Journal of Risk Research* 14, 685-702.
- Giddens, A., 1993. Modernity, History, Democracy. *Theory and Society* 22, 289-292.

- Godschalk, D., Brody, S., Burby, R., 2003. Public Participation in Natural Hazard Mitigation Policy Formation: Challenges for Comprehensive Planning. *Journal of Environmental Planning and Management* 46, 733-754.
- Gray, S., Shwom, R., Jordan, R., 2012. Understanding Factors That Influence Stakeholder Trust of Natural Resource Science and Institutions. *Environmental Management* 49, 663-674.
- Gronlund, K., Setälä, M., 2012. In Honest Officials We Trust: Institutional Confidence in Europe. *American Review of Public Administration* 42, 523-542.
- Grothmann, T., Patt, A., 2005. Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change. *Global Environmental Change* 15, 199-213.
- IAP2 - International Association for Public Participation, 2011. International Association for Public Participation Webpage. International Association for Public Participation [online] 2011/04, URL: <http://www.iap2.org/>.
- ILO – International Labour Organization, 2008. ISCO International Standard Classification of Occupation. International Labour Organization [online] 2013/04, URL: <http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/index.htm>.
- Knight, J., 2002. Field Guide to the Coastal Environments of Northern Ireland. University of Ulster, Coleraine.
- Langford, I.H., Georgiou, S., Bateman, I.J., Day, R.J., Turner, R.K., 2000. Public Perceptions of Health Risks from Polluted Coastal Bathing Waters: A Mixed Methodological Analysis Using Cultural Theory. *Risk Analysis* 20, 691-704.
- Lê, S., Josse, J., Husson, F., 2008. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software* 25, 18.
- Leiserowitz, A., 2006. Climate Change Risk Perception and Policy Preferences: The Role of Affect, Imagery, and Values. *Climatic Change* 77, 45-72.
- Lemieux, C.J., Thompson, J.L., Dawson, J., Schuster, R.M., 2013. Natural resource manager perceptions of agency performance on climate change. *Journal of Environmental Management* 114, 178-189.
- Lu, Y., Thompson, K.R., Wright, D.G., 2001. Tidal currents and mixing in the Gulf of St. Lawrence: an application of the incremental approach to data assimilation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58, 723-735.

- Marqués, M.A., Juliá, R., 1985. 55. Spain, in: Bird, E.C.F., Schwartz, M.L. (Eds.), *The World's Coastline*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, pp. 397-410.
- Martin, W.E., Martin, I.M., Kent, B., 2009. The role of risk perceptions in the risk mitigation process: The case of wildfire in high risk communities. *Journal of Environmental Management* 91, 489-498.
- McCann, S.B., 1985. 35. Atlantic Canada, in: Bird, E.C.F., Schwartz, M.L. (Eds.), *The World's Coastline*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, pp. 235-240.
- Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer, L.A., (eds), 2007. Annex I: Glossary, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 869-938.
- Mitchell, R.K., Agle, B.R., Wood, D.J., 1997. Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts. *The Academy of Management Review* 22, 853-886.
- Moser, S.C., 2010. Now more than ever: The need for more societally relevant research on vulnerability and adaptation to climate change. *Applied Geography* 30, 464-474.
- Mozumder, P., Flugman, E., Randhir, T., 2011. Adaptation behavior in the face of global climate change: Survey responses from experts and decision makers serving the Florida Keys. *Ocean and Coastal Management* 54, 37-44.
- Orford, J.D., McFadden, L., 2002. 4.1.3 Coastal and flood defence, in: Smyth, A., Montgomery, W.I., Favis-Mortlock, D., Allen, S. (Eds.), *Implications of Climate Change for Northern Ireland: Informing Strategy Development*. SNIFFER, Belfast, pp. 64-71.
- Renn, O., 2008. Chapter 9: Food Safety Through Risk Analysis: The Role of Private and Public Governance, in: Sikor, T. (Ed.), *Public and Private in Natural Resource Governance: A False Dichotomy?* Earthscan, London, Sterling, VA, pp. 189-204.
- Reser, J.P., Swim, J.K., 2011. Adapting to and coping with the threat and impacts of climate change. *American Psychologist* 66, 277-289.
- Silk, J., 2004. Caring at a distance: Gift Theory, aid chains and social movements. *Social & Cultural Geography* 5, 229-251.

- Silva, P., Goy, J., Zazo, C., Bardaji, T., Lario, J., Somoza, L., Luque, L., Gonzalez Hernandez, F., 2006. Neotectonic fault mapping at the Gibraltar Strait Tunnel area, Bolonia Bay (South Spain). *Engineering Geology* 84, 31-47.
- Slovic, P., 1987. Perception of risk. *Science* 236, 280-285.
- Spanish Government, 2013. Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. Boletín oficial del estado 129, 40691-40736.
- Stephens, N., 1985. Chapter 53. Ireland, in: Bird, E.C.F., Schwartz, M.L. (Eds.), *The World's Coastline*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, pp. 377-384.
- Tversky, A., Kahneman, D., 1974. Judgement under uncertainty: Heuristics and biases. *Science* 185, 1124-1131.
- UNESCO, 2011. ISCED: International Standard Classification of Education. UNESCO Institute for Statistics [online] 2013/04, URL: <http://www.uis.unesco.org/education/pages/international-standard-classification-of-education.aspx>.
- UNISDR, 2009. 2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. UNISDR, Geneva, 30.
- United Nations, 1992. Rio Declaration on Environment and Development, United Nations Conference on Environment and Development. United Nations, Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992, pp. Consulted Online, 2011-2003, <http://www.unep.org/>.
- Universidad de Cádiz, Diputación Provincial de Cádiz, 2002. Agenda 21 de la Costa Noroeste de la Provincia de Cádiz. Municipios Gaditanos del Bajo Guadalquivir, Diputación de Cádiz, Cádiz, p. 121.
- Wachinger, G., Renn, O., Begg, C., Kuhlicke, C., 2013. The Risk Perception Paradox—Implications for Governance and Communication of Natural Hazards. *Risk Analysis* 33, 1049-1065.
- Wakefield, S., Elliott, S.J., 2000. Environmental risk perception and well-being: effects of the landfill siting process in two southern Ontario communities. *Social Science and Medicine* 50, 1139-1154.

CHAPITRE 4 : ÉVALUATION INTÉGRÉE DE LA VULNÉRABILITÉ DES COMMUNAUTÉS CÔTIÈRES

4.1 Présentation de l'article

Ce troisième article de recherche porte sur la méthode développée pour évaluer de manière intégrée la vulnérabilité des communautés côtières faisant face aux risques et changements environnementaux, que nous avons intitulé le *Diagnostic de vulnérabilité côtière intégrée* à l'échelle des communautés. Il visait à répondre à l'objectif global de cette thèse. Il s'appuie sur les informations récoltées précédemment lors des sondages et entrevues, mais aussi sur la classification côtière géomorphologique ainsi que des projections de zones exposées aux risques. L'ensemble de la collecte de données, du traitement, du développement méthodologique, de la cartographie, de la rédaction a été réalisé par l'auteure principale. Les co-auteurs ont donné des suggestions quant à la méthode et ont révisé l'article. Nous avons choisi d'y présenter le cas de Kilkeel seulement en raison du temps de traitement et de l'espace alloué dans un article. C'est pourquoi nous l'avons préparé dans l'intention de le soumettre à *Journal of Irish Geography*. Cependant, cela reste un manuscrit exhaustif et nous réfléchissons à la possibilité de le scinder en deux pour publication. Le *vulnerability viewer* peut être téléchargé à l'adresse suivante :

http://www.researchgate.net/publication/282366508_Kikeel's_coastal_cell_vulnerability_viewer_v3 et les données et fichiers cartographiques sont situés à l'annexe N (supplément numérique)⁶. La soumission est prévue pour mai 2016.

⁶ Aussi disponible sur demande à ursulebv@gmail.com

4.2 Coastal vulnerability diagnosis: multidisciplinary perspective for spotting factors in communities facing coastal erosion (manuscript)

Manuscript prepared for IRISH GEOGRAPHY

Coastal vulnerability diagnosis: a multidisciplinary perspective for spotting factors in communities facing coastal erosion

Ursule Boyer-Villemaire^{a*}, Pascal Bernatchez^{a,b}, Javier Benavente^c, J. Andrew G. Cooper^d

^a Center for Northern Studies, Research Chair in Coastal Geoscience, Department of Biology, Chemistry and Geography, Université du Québec à Rimouski. 300 Allée des Ursulines, Rimouski, Québec, G5L 3A1 Canada, +1-418-723-1986 #1206

^b pascal_bernatchez@uqar.ca

^c Department of Geology, Universidad de Cádiz. Pol. Rio San Pedro s/n, Puerto Real Cadiz 11510, Spain, +34-956-016447, javier.benavente@uca.es

^d School of Environmental Sciences, University of Ulster (Coleraine). Cromore Rd, Coleraine, Co. Londonderry, BT52 1SA, U.K., jag.cooper@ulster.ac.uk

*Corresponding author: Ursule Boyer-Villemaire: ursulebv@gmail.com

Abstract

As the sea-level is rising, a better consideration of coastal erosion into integrated, systemic and community-based approach to coastal vulnerability assessment is vital for community adaptation, such as the soft-coast dominated Kilkeel community (Northern Ireland). Under a mix method, we designed a coastal vulnerability diagnosis that highlights the key factors (internal or external to the community, environmental or socio-economical, perceived or effective) that contribute to the local vulnerability. On one hand, the method relies on strong geomorphological background (GIS historical rates calculation, high-resolution coastal geomorphological classification, security-margins based erosion

projections and inadequacy of protection structures), with spatial assets vulnerability indicators (buildings and networks), and intangible landscape values using citizen mapping. All are integrated into vulnerability maps and a polyvalent vulnerability viewer (spreadsheet) adapted to non-GIS users. On the other hand, the method also includes the regional environmental change context and digs the socio-economical factors impeding sustainable governance (risk representations, risk governance representation – match between citizens and managers, and institutional actors mapping). Hence, the diagnosis systematically accounts for high precision factors and yet presents a synthetic perspective, and is reproducible. Results for Kilkeel illustrate the method: an estimate of 110 people, 75 buildings and 3 km of roads were found to face immediate threat from coastal erosion, as the failure in institutional multidisciplinary and participation also increase the community's vulnerability.

Keywords: coast, erosion, integrated vulnerability assessment, community, Kilkeel

1. Introduction

In the context of climate change, several studies have been conducted over the last two decades around the concept of vulnerability, as reviewed by many authors (Füssel, 2007; Hinkel, 2011; Paul, 2014). In the field of hazards analysis, an accepted definition emanates from UNISDR's Glossary: "the characteristics and circumstances of a community, system or asset that make it susceptible to the damaging effects of a hazard [...] [the factors being of various nature:] physical, social, economic, and environmental" (UNISDR, 2009). However, from the perspective of managing coastal communities facing coastal erosion and flooding, the treatment of vulnerability was never satisfying for many reasons. First, vulnerability is a property that cannot be directly measured (contrary to temperature) and has been the object of many interpretations (Hinkel, 2011). It was either mixed with simple environmental sensitivity (e.g. Coastal vulnerability index - CVI, Thieler and Hammer-Klose, 1999), overly aggregated either spatially, e.g. country-scale assessments (Hinkel, 2005) or conceptually, e.g. single-type of coast (cliffs: Del Río and Gracia, 2009) or single-

hazards (seafloods: Devoy, 2008; Diez et al., 2007; Snoussi et al., 2008), or both (tsunamis on dune coast: Hart and Knight, 2009), or using overly simplified human indicators like county-scale census information (Boruff et al., 2005).

In soft coastal areas, the maximum erosion rates can be dramatically high, up to 2 m/y in Eastern Canada (Bernatchez and Dubois, 2004), 3 m/y in Southern Spain (Del Río et al., 2013), 3 m/y in East Anglia (Thomalla and Vincent, 2003), 6.8 to 13.6 m/yr in Alaska (Jones et al., 2009) 2.5-3.3 m/yr in Siberia (Are et al., 2005) and 0.59 to 1.89 m/yr in New Zealand (Taranaki Regional Council, 2009). Single events can also impede rapid retreats of up to 5 m (NZ - MENV) and even 15 m (Bernatchez et al., 2012a). This seriously threatens community coastal activities. While many efforts were drawn over flood vulnerability assessment, methods for predicting flood areas are pretty robust (e.g. Dawson et al., 2009), reinforced by the EU Directive 2007/60/EC over flood risk management (European Commission, 2007-11-06), erosion was neglected, in comparison. The main reasons for this underrepresentation are that 1) its spatial patterns are very complex in high geodiversity areas such as quaternary coastlines, 2) the models, based on the obsolete Bruun rule are not accurate (Cooper and Pilkey, 2004; Davidson-Arnott, 2005), 3) the historical shoreline data are a main limitation for predicting future coastline migration (Le Cozannet et al., 2014), and 4) the coastal defences deform wave patterns and concentrates water flows on the along the shores (end toe effect) (Bernatchez et al., 2011; Gallien et al., 2014). Despite, the improving models to predict the retreat of soft cliffs, the prediction of erosion on low-lying sandy coasts is still a challenge, especially with defence structures (Castedo et al., 2012; Hackney et al., 2013; Walkden and Hall, 2005). Hence it cannot be integrated into vulnerability assessment.

Nonetheless, there is a pressing need for developing assessments of community vulnerability to erosion hazard. The only remaining avenue, currently, ought to be a precautionary approach, understood as the principle that “we should not allow

scientific uncertainty to prevent us from taking precautionary measures in response to potential threats that are irreversible and potentially disastrous”, which is a valid scientific basis the conditions exposed above (Resnik, 2003). In erosion terms, it signifies the use of the most accurate indicators of coastal dynamics: the historical erosion rates, which is a measurable response variable reflecting coastline structures and dynamics.

Others limits in previous vulnerability assessments include the weakness of treatment of social-economical factors. For example, many studies of sea-level rise impacts are limited to quantifying the impacts according to each land-use categories (Del Río and Gracia, 2009; Kont et al., 2008), whereas people affected by the impacts and other indirect impacts are not considered. Literature revealed that important vulnerability factors concern risk representation (Boyer-Villemaire et al., 2014b; Burton and Kates, 1964). Building upon a social-ecological systemic perspective (Anderies et al., 2004; Cutter et al., 2008; Cutter, 1996; Cutter et al., 2003; Maru et al., 2014), a promising multi-criteria integrated vulnerability assessment is that of Meur-Férec and collaborators (2008), including erosion rates, but also various indicators of hazards, events, stakes, management and perceptions. The last three clusters of factors demonstrate an effort to integrate citizen perceptions, and human stakes into vulnerability assessments (Kofinas and Stuart Chapin, 2009). However, there is place for innovation: the coherence between citizens and managers perception has been revealed as an important perception factor (Boyer-Villemaire, sub.), and has rarely been considered in previous vulnerability assessment.

Finally, spatial factors of vulnerability need to be considered. Among them, the geodiversity (or abiotic heterogeneity) is a key characteristic that determines the habitat richness and diversity (Benito-Calvo et al., 2009; Jačková and Romportl, 2008). These ecological stakes can be assessed using intrinsic intangible landscape

values participative mapping methods (Brown and Reed, 2009), which can greatly improve the scope of potential spatial impacts considered.

Overall, the factors of vulnerability are numerous, even an unbounded group. In this context, in order to select the optimal method of vulnerability assessment under an applied research process, one needs to come back to the intended use of the scientific production. In the present case of coastal erosion and flooding, it is undeniable that communities need to plan, prepare and cope with the risk of hazards (UNISDR et al., 2010). In terms of study scale, this translates by the pertinence of designing local level vulnerability assessments (Dolan and Walker, 2004; Sterr et al., 2003), in order to support community-based management, a key element of sustainable risk management (Boyer-Villemaire et al., 2014a; Cutter et al., 2008). Hence, vulnerability information should present community-scale information, while respecting natural ecosystem dynamics by using natural coastal divisions (hydro-sedimentary units) (Sterr et al., 2003). In terms of vulnerability content, it translates as the innovative approaches that classify by importance the factors of vulnerability specific to a community (Karmaoui et al., 2014). Other said, to develop a vulnerability study that presents a representative variety of factors (physical, social, economic, and environmental – after the definition of vulnerability) of various areas (spatial) and aspects (qualitative) of the community, in a way that highlights the most important potential stalls for shoreline long-term management. Since a vulnerable community is a system affected by stressor(s), displaying symptoms of various importance that could trigger it away from a dynamical balance, we speak hereafter of a “vulnerability diagnosis”.

In addition, to present a societally-relevant information, the representation of vulnerability matters. Most vulnerability assessments are GIS-based due to the great spatial variability of natural hazards impacts (e.g. Hart and Knight, 2009; Llasat et al., 2007; McLaughlin, 2001). The importance of sharing GIS information, providing

spatially accurate information, is acknowledged and is nowadays eased by electronic supports. However, most local stakeholders do not have GIS competencies. Moreover, not all vulnerability factors display a spatial variability at the community scale, but nonetheless have to be considered into decision-making, such as citizens-managers coherence in governance perceptions (Boyer-Villemaire, sub.). Neither can decisions be made based on overly simplified traffic-light information. Therefore, in terms of scientific production, this translates as finding rigorous but easy to use by non-scientists vulnerability diagnosis representation. One interesting approach is a study where transparent multi-criteria approach combines with electronic map book, doubled by easy access to GIS files for those with GIS competencies.

Given these constraints, the main objective was to design a community-scale vulnerability diagnosis represented both by spatial and qualitative factors of vulnerability, and representing all clusters of vulnerability factors (physical, social, economic, and environmental), and respecting a precautionary principle in terms of hazard projection, with a special attention to the societal-relevancy of results presentation. The specific objectives were to establish a typology of factors, design the diagnosis method, and apply the method to a study case. The study site is presented, followed by the topology and step-by-step methods and results of vulnerability diagnosis.

2. Study site

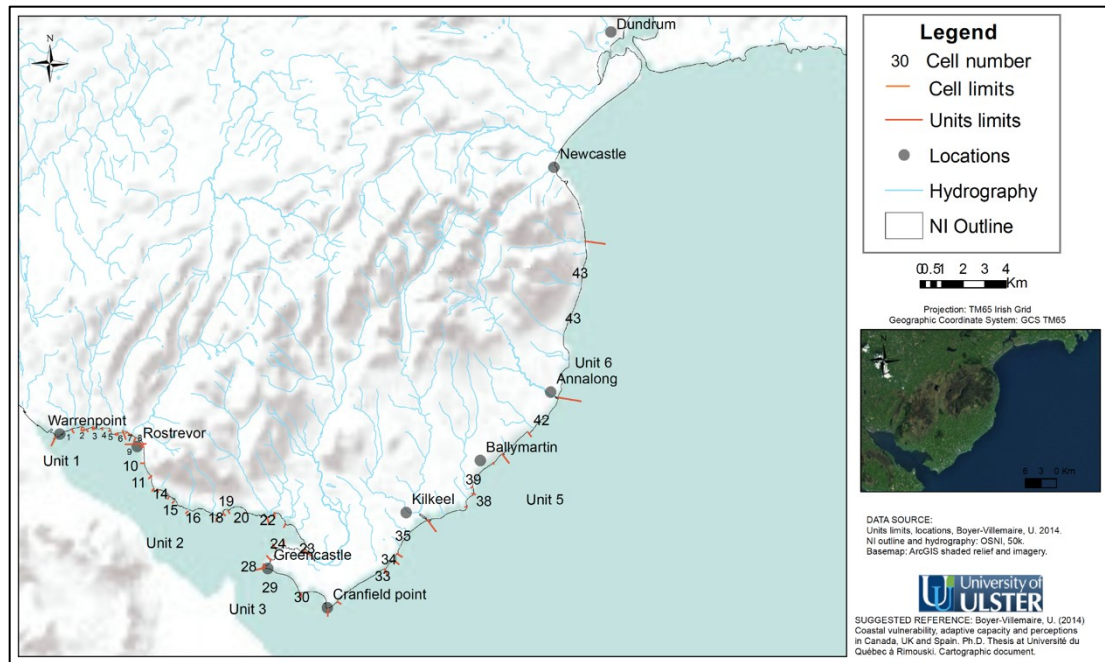
The method was developed based on three case studies, sitting on quaternary soft coast in Northern Ireland, UK (Kilkeel), Eastern Canada (Carleton and Maria, Quebec) and Southern Spain (Chipiona, Andalucia). All three communities account for similarly low number of population (a few thousands), are relatively remote, displaying both coastal erosion and flooding, with strong coastal attachment, both in the identity and the economical motors, and with a marginal institutional importance.

However, they were distinct in terms of biophysical characteristics (great variety of types of coast, micro- to meso-tidal), social profile (education, relative mean income, occupational status, etc.) and institutional systems. These different social-ecological settings ensure that the method can be used in various contexts around the world. The example of Kilkeel, (54.063361 N, 6.006972 W) illustrates the method in this article. It was selected because knowledge on coastal change is the most limited in the area, with only a few papers on its geomorphology dating back to the 1970's (McGreal, 1979; McGreal and Gardiner, 1977), it thus represented the greatest scientific challenge among the three.

2.1 Biophysical setting

The Kilkeel area (fig. 1) is a quaternary coastline facing the Irish sea, backed by the Mourne hills at the north and by the Carlingford lough (Newry river estuary) in the SE. A great geodiversity characterize the coastline: beaches, raised beaches, spits, dunes, salt marsh, soft cliffs (low up to 20-m high), hard rocky cliffs, and river outlets (white water, Kilkeel, Annalong rivers). In terms of hazards, the residents met in this study provided photographic evidence of seafoods on low coasts (including a storm-surge event in 2002) and at the river mouths, and coastal erosion of soft coastline areas, which was estimated in the 1970's between 0.21 and 0.84 m/y in the Kilkeel "steps" (10-20 m-high till cliffs) (McGreal, 1979) (see also Boyer-Villemare et al., 2014b). Using geomorphological markers (impassable obstacles, littoral drifts, types of coasts and anthropogenic features), the coastline was divided into 6 hydro-sedimentary units and 43 coastal cells (see fig. 1; see section 4.2.1 for coastal classification method).

Figure 1. Coastal hydrosedimentary units in Kilkeel area, Northern Ireland



Location of the Kilkeel study area, Northern Ireland, UK (54.063741 N, 6.006963 W), and the hydro-sedimentary units (6) and coastal cells (43) used in this study.

2.2 Socio-economical and institutional setting

The 6300 inhabitants Kilkeel community is part of the designated Mourne Area of Natural Beauty (AONB), with the salt marsh of Mill Bay being a refuge for wildlife (NISRA, 2005). It was built around its harbour activities, which declined significantly over the last decades and dragging along the job market. Fisheries were replaced by coastal tourism, with the Cranfield beach being a central attraction, flanked by an important caravan park industry. However, most commercial activities are in the nearby towns of Newcastle and Newry. The demographic pyramid is inverted and the population increases during holidays. The social groups divides along the religious identity (Protestant and Catholics), as the immigrants are a third group. The institutions hold many levels: the Newry and Mourne district council, sited in Newry,

assumes the local government functions; regional authorities in Craigavon (Co. Armagh) managed planning and environment, while flood maps are assumed by water authorities in Lisburn (Co. Antrim); central ministries are in Belfast area; but climate projections and weather forecasts arise from UK bodies in England. The Kilkeel Development Association and the Mourne Heritage Trust support the coastal identity of Kilkeel, but dissemination of coastal information is not specifically at their agenda. Northern Ireland does not have a strategic approach to coastal erosion or coastal defence- the department deemed to have the greatest responsibility at a specific site is to be responsible (Boyer-Villemaire et al., 2014b).

3. Typology of Vulnerability Factors

In exploring the complexity of coastal change, the factors of vulnerability are numerous and can be summed up in four main dimensions:

- 1) *scale* (cross-scale vs. internal vs. external to the studied system – here, a local community) (Füssel, 2007; Turner, 2003; Watts and Bohle, 1993);
- 2) *domain* (ecological vs. socio-economical domains) (Eakin and Luers, 2006; Füssel, 2007; Turner, 2003);
- 3) *effect* of vulnerability factors (negative/vulnerability increase by raised impacts vs. positive/vulnerability decrease by adaptations) (McFadden et al., 2007);
- 4) *reality* (real vs. perception/representation-related factors) (Boyer-Villemaire, sub.; Juhola, 2014; Sweet et al., 2014; Van Asch et al., 2014).

Based on these dimensions, an original typology of vulnerability factors is based on a 4-order nested architecture. It first allies *scale* and *domains*, thus defining four bi-dimensional clusters: 1) external biophysical, 2) internal biophysical, 3) internal socio-economic, 4) external socio-economic; to which cross-scale factors can be added. The other two groups of factors, *effect* and *reality* are then nested in these

clusters. Note that *reality* applies only to socio-economical factors, due to its human origin. A fifth nested dimension is the nature of the variable studied, may it be qualitative, semi-quantitative, quantitative, spatial. Filling the gaps exposed in the introduction, figure 2 presents the typology of variables used to assess the vulnerability of a coastal community to coastal hazards. In the end, there is a great amount of vulnerability factors and vulnerability indicators (Boruff et al., 2005; Brooks et al., 2005; Cutter et al., 2003; Meur-Férec et al., 2008), we selected only those that could match an operational-oriented constraint.

4. Step-by-step methods & results of vulnerability diagnosis

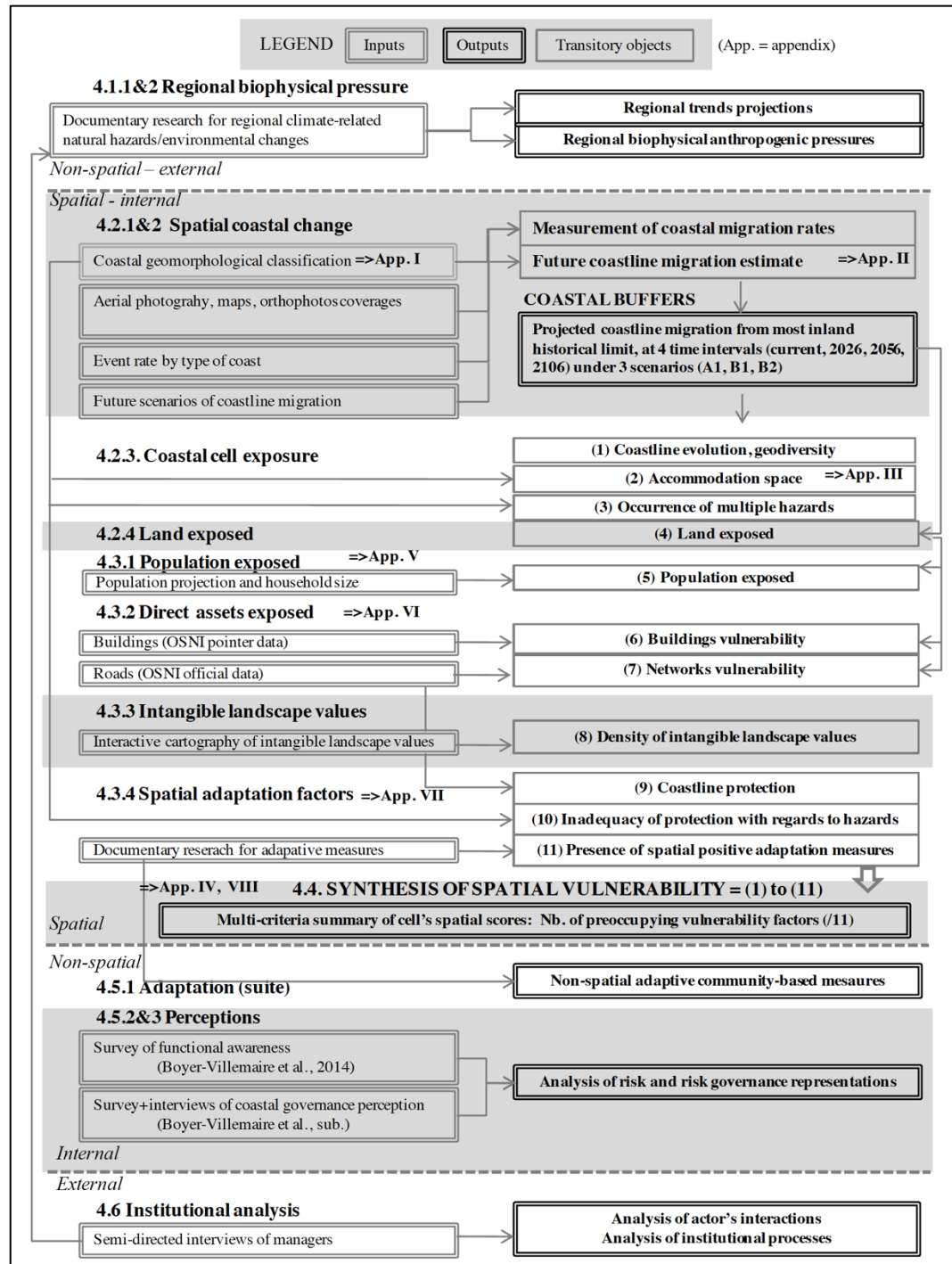
The main objective was to develop a method to identify the most important factors of vulnerability at the community scale, a vulnerability diagnosis. Under a mixed approach, the various methods to estimate the variable contained in the topology exposed were combined, as synthesized in Figure 3. The methods and results for Kilkeel are presented step-by-step, following the four main factor clusters: external biophysical, internal biophysical factors, internal socio-economical, external socio-economical.

All Kilkeel's field data collections, about coastal geomorphology, survey and interviews, were performed between May and August 2010. All spatial analyses were performed using ArcGIS 10. The door-to-door systematic citizens survey, thoroughly described in Boyer-Villemare et al. (2014b) accounted for 125 participants, among which (36 participants from Kilkeel). The semi-structured interviews with managers accounted 43 participants, among which 10 related to Kilkeel (Boyer-Villemare, sub.) (table 1). Full survey and interview guides are available upon request.

Figure 2. Topology of coastal vulnerability diagnosis variables under 5 orders of classification

		Internal biophysical	Internal socio-economical	
			Effective	Perceived
Impacts		Spatial: <ul style="list-style-type: none"> •Hazard count by coastal cell •Exposition to hazards by coastal cell •Coastline migration rate (historical, actual, projected) •Topography and flooding areas •Potential impacts on ecosystemic services •Accommodation space Qualitative: <ul style="list-style-type: none"> •Historical events (erosion, flooding) 	Spatial: Potential impacts according to diverse time projections: <ul style="list-style-type: none"> •Exposed population •Exposed infrastructures (roads, buildings) Qualitative: <ul style="list-style-type: none"> •Sensitivity of the main economic motors •Sensitivity of future developments 	Spatial <ul style="list-style-type: none"> •Intangibles landscape values (valuing according to interactive cartography) Semi-quantitative <ul style="list-style-type: none"> •Functional awareness of natural hazards (according to survey): <ul style="list-style-type: none"> •Perception of dreadfulness •Perception of uncertainty •Behavioral change Semi-quantitative <ul style="list-style-type: none"> •Citizen perception of governance (survey) •Managers-citizens functional cohesion for governance
	Adaptation & Resilience	Spatial: <ul style="list-style-type: none"> •Natural resilience of the coast based on % natural coastline •Matching landward accommodation space and expected sea level rise for low coasts 	Spatial: <ul style="list-style-type: none"> •Mapping of structures of protection, their state and adequacy to coast type •Other measures to decrease exposure Qualitative: <ul style="list-style-type: none"> •Presence of a local coastal committee •Local urban planning rules to decrease of exposure and risk management plans 	Qualitative: <ul style="list-style-type: none"> •Presence of dissemination strategies targetting functional awareness of natural hazards and community's perception of governance
		External biophysical	External socio-economical	
			Effective	Perceived
Impacts		Semi-quantitative (<i>historic, recent & future</i>) <ul style="list-style-type: none"> •Regional trends: hydro-climatic seaweather, sea-level Qualitative <ul style="list-style-type: none"> •External anthropogenic phenomena (dredging, drainage, dams) 	Qualitative: <ul style="list-style-type: none"> •Regulation and laws •Actors analysis (diversity, connectivity) •Institutional processes analysis (completeness, functioning, coherence with needs) 	Qualitative: <ul style="list-style-type: none"> •Managers' perception of natural hazards and governance
	A & R		Qualitative: <ul style="list-style-type: none"> •Governmental adaptation measures •NGOs adaptation measures 	Qualitative: <ul style="list-style-type: none"> •Presence of information strategies targetting citizen-managers functional coherence

Figure 3. Methodological flow chart of coastal community integrated vulnerability diagnosis



Note: Hierarchical numbers refer to article sections.

Table 1. Description of interviews

Interview nb.	Scale of Action	Area of action
IKIL01	Autonomous territory	Coastal zone
IKIL02	Community	Environmental
IKIL03	Community	Local development
IKIL04	Sub-regional	Landuse
IKIL05	Sub-regional	Water
IKIL06	Autonomous territory	Environment
IKIL07	Autonomous territory	Climate
IKIL08	Autonomous territory	Water
IKIL09	Sub-regional	Water
IKIL10	Sub-regional	Local politics

4.1 External biophysical factors

4.1.1 Documentary analysis of evolution trends

As thoroughly described and referenced in Boyer-Villemaire et al. (2014b), the method for assessing external biophysical factors consists in a documentary analysis of scientific literature and of official institutional reports to uncover the trends in 16 environmental changes or hazards (coastal erosion, coastal flooding, storm waves and surges, strong/diluvian rainstorms, river erosion, river flooding, winter temperature changes, winter precipitation changes, summer temperature changes, summer precipitation changes, climate warming, coastal landslides, coastal rockfalls, beach width changes, sea level changes, sea surface temperature). The information was

collected mainly using scientific databases and Internet research motors, while pertinent references were also identified during the series of semi-directed interviews with local to national practitioners concerned by communities' coastal management (see section 4, table 1). Consigned in a table, the output is a semi-quantitative analysis of regional trends projection, displaying the trend direction and uncertainty (Increase/Decrease/Both or more extremes/Indefinite). These are also expressed as expected risk change (Lesser/Higher/Indefinite or Uncertain trend).

4.1.2 Qualitative analysis of anthropogenic external biophysical factors

Using information recovered during the citizens survey and managers interviews, as well as activity maps analysis and internet research, the external anthropogenic factors interfering with coastal sedimentary dynamics, such as dredging, drainage or dams, were uncovered and considered qualitatively in the vulnerability assessment.

4.1.3 Results for external biophysical factors

Summarized in table 2, the results of documentary research indicated that multiple environmental changes are already affecting Kilkeel's coastline and that most risks of hazards are expected to be higher (intensity or frequency) in the next few decades (see Boyer-Villemare et al., 2014b for references). More in details, 8 over 16 environmental changes or hazards investigated displayed a clear trend (increase/decrease), while 13 are projected to worsen within the future, suggesting the necessity of expecting greater natural risks in the area, while none is expected to display lower risk. The highest uncertainty concerned winter precipitation changes, summer precipitation changes and an overall rise in temperatures, three phenomena that are to be closely monitored. Because the area consists mainly of soft coastline, another preoccupying result is the absence of historical data about past coastline

evolution, except for the very local and ancient thesis of McGreal and his subsequent publications (1979; 1977).

**Table 2. External biophysical factors:
Documentary analysis of evolution trends in Kilkeel**

Environmental phenomena	PAST	FUTURE	ΔRISK
Coastal erosion	Indefinite	Increase	
Coastal flooding	Increase	Increase	
Storm waves (surges)	Increase	Increase	
Strong/diluvian rainstorms	Increase or stable	Increase	
River erosion	Same as precipitations	Increase	
River flooding	Increase	Increase	
Winter temperature changes	Increase	Increase	
Winter precipitation changes	Increase or stable	Increase or stable	
Summer temperature changes	Increase	Increase	
Summer precipitation changes	Increase	Increase or stable	
Climate warming	Increase	Increase or stable	
Coastal landslides	Indefinite	Increase	
Coastal rockfalls	Indefinite	Increase	
Beach width changes	Decrease	Decrease	
Sea level changes	Increase or stable	Increase	
Sea surface temperature	Increase	Increase	

LEGEND

Trend classes
Increase
Increase or stable
Decrease
Both/more extremes
Indefinite

Risk change classes
Lesser
Intermediate or uncertain
Higher

Another factor influencing Kilkeel's coastal dynamics was identified: the Silent Valley Reservoir, built between 1923 and 1933, gathers water from the Kilkeel and

Annalong river and provides 30 million litres per day, especially for Belfast consumptions (NI Water, s.d.). By regulating the flow in Kilkeel and Annalong harbour, it affects the estuarine and coastal dynamics. Dam rupture and bad overflow management add to river flood hazard at the river mouths and immediate downdrift coastal cells.

4.2 Internal biophysical factors

For evaluating internal biophysical factors, four main steps were performed: 1) coastal classification 1) the quantification of spatial coastal change, 2) the aggregation of key variables at coastal cell scale to represent the exposition, 3) the calculation of land exposed and 4) a qualitative analysis of historical extreme events.

4.2.1 Coastal geomorphological classification

Detailed and illustrated in Appendix I, a semi-quantitative coastal geomorphological classification was conducted *in situ* by walking in the intertidal zone (except when absent, in rocky cliffs), between Warrenpoint and Dundrum, at a speed around 2-4 km/day (method modified and translated from Bernatchez and Friesinger, unpublished; Morissette, 2007). The smallest spatial unit being the “coastal sub-segment”, the start/end thresholds along the coast were determined by significant changes (at a resolution of 15 m) in any of the three groups of variables investigated:

- whole segment variables (type of coast, configuration);
- zonal variables, for lower foreshore, upper foreshore, backshore (berm/interannual storm zone) and backshore (rare events zone) (intertidal litho-stratigraphy, width, vegetation, morphological elements, artificial structures and their state of integrity); and

- linear variables, for shoreline, “storm” line and coastline (litho-stratigraphy, height, vegetation type, state of the coast, morphological elements, artificial structures and their state of integrity, geomorphological processes, coastal hazards present).

Most variables were semi-quantitative (e.g. beach width: 0-5 m, 5-10 m, 10-20 m, etc.) or nominal (e.g. protection structure type: seawall, rocky wall, gabions, etc.). The exercise was supplemented with a digital photographic database for each segment’ start, end and middle perspectives (seaside & and landside), to support *a posteriori* analysis. The coastal units and cells and segment were derived from the aggregation of this data.

4.2.2 Spatial coastal change

Spatial coastal change includes the assessment of historical coastline migration rates and projected coastline migration.

a) Measurement of coastal migration rates

As illustrated in early vulnerability indicators (e.g. Thieler and Hammer-Klose, 1999), one of the main biophysical internal factors relate to coastline migration rates. The state-of-the-art consist for measuring coastline migration is the use of GIS methods like USGS’s Digital Shoreline Analysis System (DSAS v 4.3.4730) (Thieler et al., 2009). In Kilkeel, the coverages used were historical maps (1834, but 1850 for Warrenpoint to Mill Bay only), 1975’s aerial tiffs and 2006 orthophotos, thus considering 3 main intervals: pre-recent (1834/50-1975); recent (1975-2006) and historical (1834/50-2006). After rectification of older coverages over the orthophotos, the historical shoreline, doubled by clifftop edge in Kilkeel steps, were hand-digitized at 1:600. Transects were generated at every 15 m, with a length of 150 m for shorelines and 400 m for clifftop sectors. The endpoint rate was calculated for each

pair of coverage. On the basis of each coastal cell and each coast type change within these, a 7-points mobile mean (ca. field resolution 100 m) was applied to smooth the signal. The rates were displayed in new shapefiles, at each transect-point intersecting 2006 shoreline or cliff-top, using a 7-levels scale. The raw historical rates were also averaged for each coastal cell in order to identify the trend for each interval (positive, negative, stable). Stability is also considered when rates are within the error of the method, established at ± 0.05 m/yr. A classification of the temporal succession of trends was conducted, based on the following clusters: eroding (all intervals) / recently and overall eroding / recently stopped eroding / recently started eroding / stability / recently stopped accumulating / recently started accumulating / accumulating (all intervals). Note that the Mill Bay salt marsh evolution was estimated using the surficial evolution of schorre area due to different coastal dynamics. Note that spatial thresholds of coast types were respected when doing the mobile mean.

b) Future coastline migration estimate

The method to account for coastline migration is based on the linear projection of historical evolution migration at 20 yrs, 50 yrs and 100 yrs (conservative scenario A1) to which security-margins and extreme event protection were added under the accelerated scenarios (B1 and B2) (Fig. II.3; App. II). The historical rates to project were selected along a risk-related precautionary principle saying that one has to prepare at least for erosion trends as important as observed in the last century of so. Therefore, the most erosive period for each coastal cell was selected. About the scenarios, on one side, the scenario A1 is the most conservative from a risk perspective. On the other side, given the dominance of soft coasts in the Kilkeel area, the two accelerated scenarios (B1 and B2) were developed based on the assumption that regional retreat rates are expected to increase in the near future due to sea level rise and increase in weathering processes, such as slope processes due to heavy rain

events (Casey, 2009; Orford and McFadden, 2002). These two scenarios are of low acceleration with 50 m/100yrs (B1) and fast acceleration with 100 m/100yrs (B2) (Table II.2). They were calibrated based on simple security-margins to answer preoccupations for reproducibility and simplicity of understanding for the users. Moreover, these margin are consistent with the mean local rates (10 cm/y in Kilkeel cliffs), which would involve a constant acceleration of about 1 cm/y and 2 cm/y respectively for B1 and B2 scenarios. Reproducibility appears important given the wide combination of temporal coverages found in various study areas, while simplicity is a key for the end-users to understand the projection system. In addition, from a risk perspective, an extreme event protection was determined for each type of coast based on empirical observations (e.g. sliding scars at cliff top), similar references in other study sites (Bernatchez et al., 2012a; Del Río et al., 2013) and on concurring testimonies of citizens (range: 1-2 m; see App. II-Table II.1 for reference table by type of coast). This value was attributed at the scale of the smallest spatial unit, added (landward) to the projected migration position in order to account for security against extreme events. Due to the lack of erosion study in the area, the later values were assumed constant over the next 100 yrs, a hypothesis that could be debated and perfected. Hence, for each coastal cell, the coastline migration projection steps were the following (see Appendix II for details):

1. select the most erosive interval (pre-recent, recent, or historical) at sub-unit scale;
2. project linearly the smoothed (7-points mobile mean, see above) evolution rates of this interval starting from most inland coastline position (most inward historical position; clifftop when present), using previous transects azimuths and intersects for each point (previously generated by DSAS at each 15-m aground), for the selected future times (20 yrs, 50 yrs, 100yrs);
3. transform the projected points into coastal buffers;
4. add (landward) the extreme event protection to each projected position;

5. enlarge each coastal buffer by 5, 10, 50, 100 m security-margins and select the appropriate ones for each scenario; Table II.2).

These buffers consist in the main input coverage for counting the assets exposed. Note that no projections were made for the Mill Bay marsh sub-units due to overly different dynamics and the dominance of artificial impermeable coastline. In this case, only extreme event buffers were mapped from most inland coastline position.

As argued in Appendix II, this approach was selected under the intention of preparing for risks of hazards with precaution, therefore the necessity to prepare for retreats at least equal to those known in the past. The method is also based on the assumptions that there are great uncertainties in the future coastline position and that only a best estimate can be calculated. Therefore, there is a need to keep in mind that the projections are approximations, and do not pretend to be of high spatial accuracy, but rather to answer the intention of representing the potential local threat to the areas/assets (exposition to coastal erosion). This method also matches the constraints due to a long extent of coverages (172 yrs) but low temporal resolution (3 coverages), fairly stable magnitude/mean rates of Kilkeel sedimentary balance (provided the past migration rates), and the currently “low” effects of “climate-related changes”, which may be due to poor monitoring, but to the expected increase of those effects.

4.2.3 Coastal cell exposure

Three key markers of exposure and sensitivity were calculated from coastal geomorphological classification (see 4.2.1) at cell-scale. The principles for each exposition parameter are the followings:

- *coastline evolution*: the rates of migration was considered for each interval investigated (pre-recent, recent, historical; see 4.2.2.a) and then scored in

three vulnerability levels, given the trend of the sum of intervals (erosion, stability, aggregation) (see also figure II.1);

- *accommodation space*: a landward space for the shoreline to adjust to rising sea-level was assessed for low coasts, based on 5 coastal margins, normalized by the coastal cell length (see Appendix III).
- *occurrence of multiple hazards*: based on % of coastline that cumulates numerous hazards (coastal erosion, coastal flooding, fluvial flooding).

The variable *geodiversity*, calculated as % of each type of coast, was also calculated for each spatial unit, but was discarded as indicator due to redundancy with the above two. Geodiversity or abiotic heterogeneity is also a good indicator of the potential ecological impacts, since the greater the geodiversity there is, the greater the habitat richness and diversity (Benito-Calvo et al., 2009; Jačková and Romportl, 2008). These ecological impacts were considered elsewhere (see section 4.3.2).

The corresponding scoring systems in terms of level of vulnerability are presented in Appendix IV. Most were partially scored in a 5-levels and then summed up in 3 classes due to Excel's limit in number of constraints for conditional formatting (see also 4.4 for Spatial vulnerability viewer).

4.2.4 Land exposed

What is the surface of land exposed to coastal erosion? Based on the coastal buffers described above (see 4.2.1.b), the areas exposed in 2006, 2026, 2056 and 2106 of the 3 scenarios (A1, B1, B2) were calculated in ArcGIS using the Calculate Geometry function from the attribute tables. The assumption is that the current area exposed is located between the lowest shoreline recorded and the most inland historical shoreline (or most inland cliff top where applicable), the latter to which the migration projections are added. The cumulative results were represented for each time and

scenarios. For statistical indicators, cell-scale land exposed areas were normalized by cell coastline length (km); and cell's score were attributed based on quintiles of all cells distribution (5 levels aggregated in 3 levels for overall score; App. IV).

4.2.5 Qualitative analysis of historical events

Using information obtained during citizens' survey and managers' interviews, as well as complementary internet research to cross-matching the sayings, the major events of coastal erosion or coastal flooding were identified.

4.2.6 Natural shoreline resilience and coastal protection

A natural adaption factor, the level of natural geomorphological resilience was considered a positive contribution to reduce the vulnerability of the ecosystem. The % of natural coastline among each unit was used to represent this factor, based on a 3-levels scale (<33%, 33-66% and >66%; see App. IV).

4.2.7 Results for internal biophysical factors

Past coastal changes

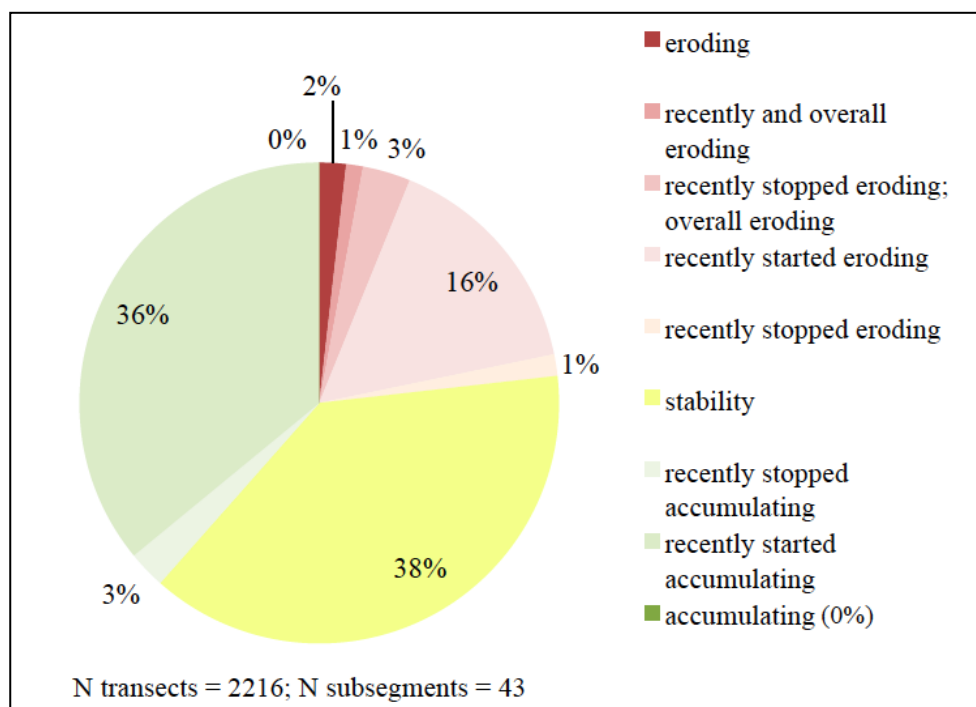
For Kilkeel study area, the results of coastline evolution analysis showed a triple pattern, where 1/3 of coastline displayed erosion, 1/3 stability and 1/3 accumulation (fig. 4). However, note that no segment has accumulated over all three periods investigated (pre-recent, recent, historical), which highlights the necessity to prepare for erosion in the community. Note also that there appears to be a distinct pattern between the Carlingford Lough and the open Irish sea conditions (fig. 5): the rates of erosion in the recent period appear to be higher in the open conditions compared to those of the Carlingford Lough, which appear rather stable. This is consistent with the type of coasts and hydrodynamic conditions: the Kilkeel steps in the open conditions

are high sedimentary cliffs submitted to direct exposition to storm surges, as the Carlingford lough displays dominating soft and low coast that are submitted to smoother conditions due to its estuarine context.

The key hotspots for erosion, with historical rates around -0.2 m/yr (averaged by cell), are all located in units 4 and 5: at Cranfield point (cell 31), between Nicholsons and Crawfords points (33), and at Mullagh river exit (38).

The qualitative analysis of past event history also allowed to identify one major storm-surge in 2002, as supported by photographic evidence and correspondence with DOENI about compensation for damages at Leestone point (cell 36). As of erosion, testimonies of gradual erosion were abundant, but no major event was identified.

Figure 4. Distribution of coastline evolution trends (% of coastline length)



Reference classes [m/y]: Erosion: < -0.05 , Stability: -0.05 to 0.05 , Accumulation: < 0.05 ; limited to areas with multiple coverages: Mill Bay to Bloody bridge – units 2 to 6); trend diagnosis at the scale of coastal cells, based on average of transect points (mobile mean

of 105 m ground resolution – MM7) for each period, reported in proportion of coastline length over the whole area.

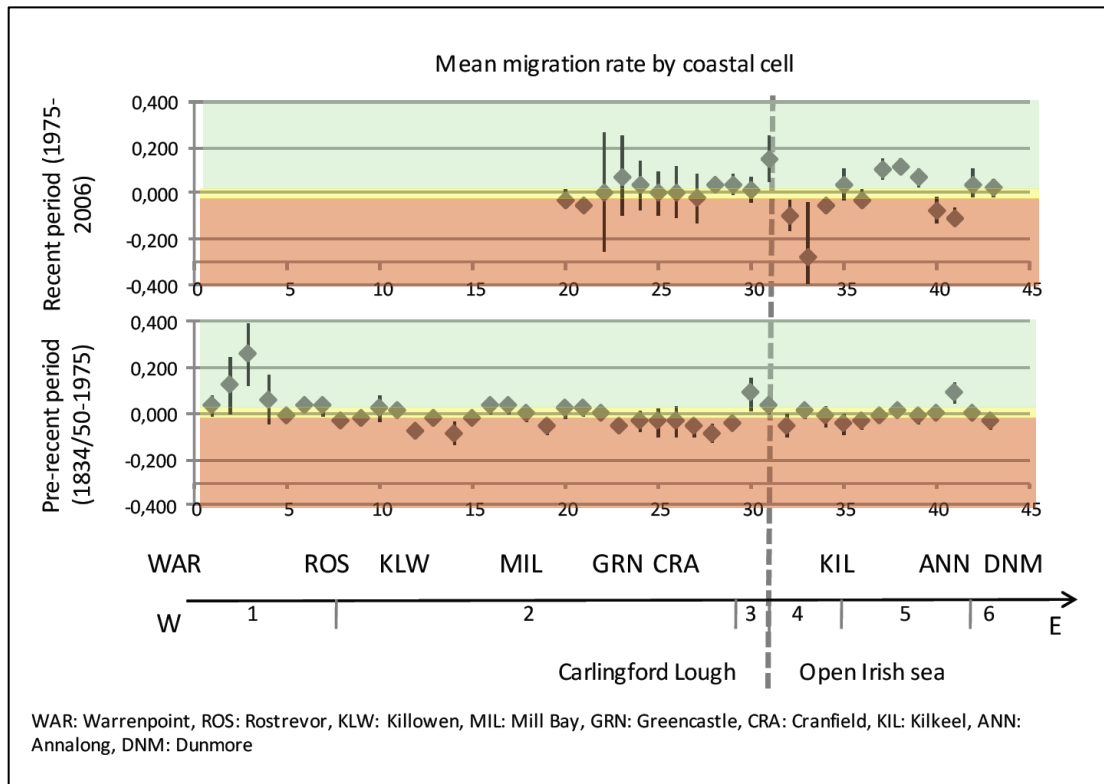


Figure 5. Mean migration rate by coastal cell

Factors of sensitivity and exposure

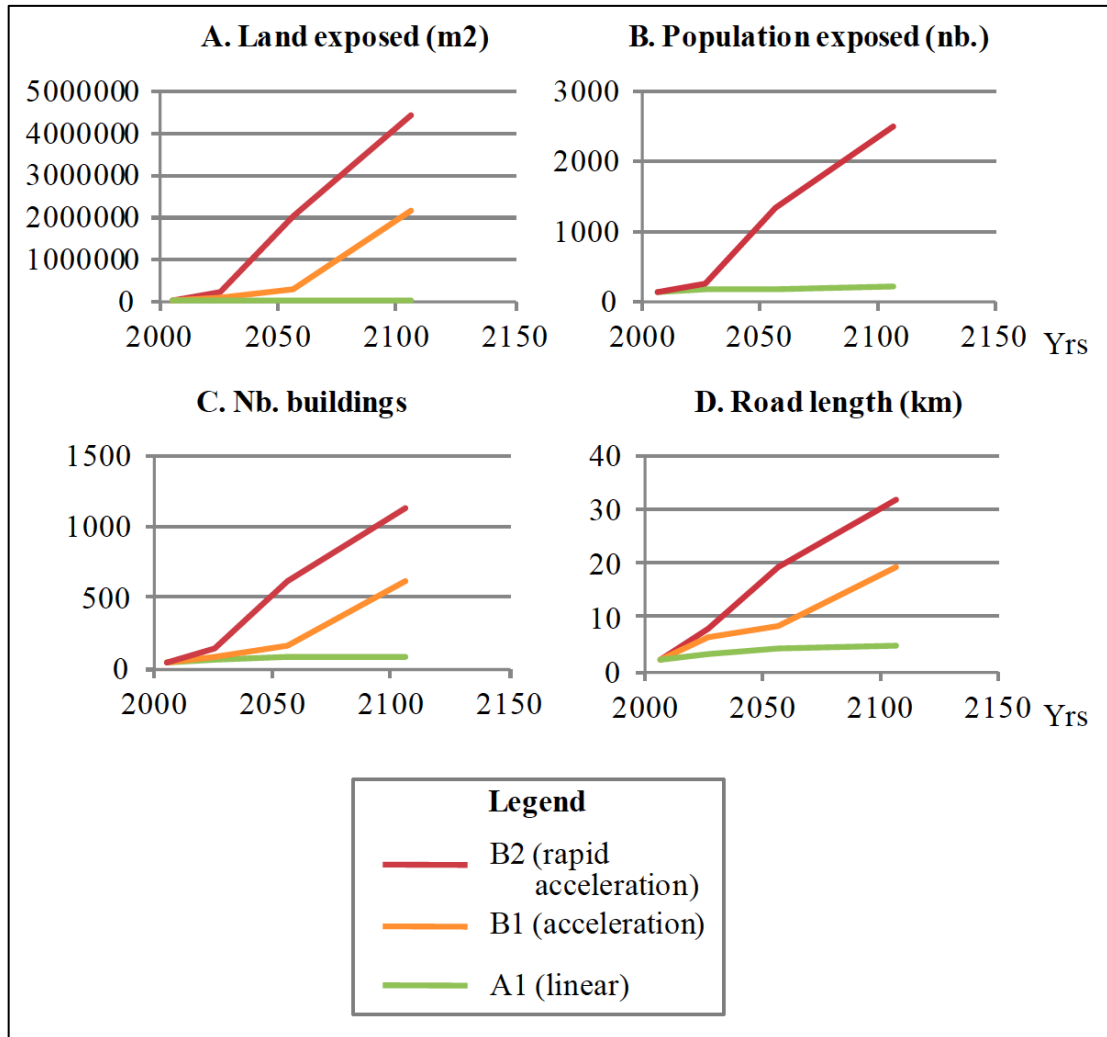
The coastal geomorphological classification showed that low types of coast (59%) dominate the geodiversity, with mainly beaches/raised beaches (31%). Soft low cliffs (<5m) also account for more than 1/5 of the coastline (22%). This is consistent with the soft quaternary coastline previously described by McGreal (1979). In terms of hazards, the *in situ* classification showed that a vast majority of the coastline displayed morphological forms associated with coastal erosion (80%). Among those, more than half (57%) is also facing coastal flooding, while a small proportion (3%) displayed a high convergence of exposition to hazards (coastal erosion, coastal

flooding and fluvial flooding): at Dobbin's point (cell 2), Cassywater river marsh (21) and Mullagh river exit (38). Only 5% of coastline is facing only coastal flooding, pointing out the necessity to combine erosion and hazard studies in the area. Finally, another 14% of the total did not show any geomorphological features associated with those hazards, mostly located in vegetated medium or high rocky cliffs, between Rostrevor quay and Killowen point (cell 8), and by the Bloody bridge (43).

Estimate of land exposed to coastal change

In terms of land exposed, the surface analysis indicates that coastal changes will increase the area exposed to erosion, no matter the scenario (fig. 6a). Currently, there is total area of 6.2 km² exposed. The greatest area exposed is located in unit 2 (Rostrevor to Mill Bay), which is proportional with the coast length of this unit. When normalizing by the latter, Greencastle to Cranfield appears the most exposed, consistent with its dominance of soft low coast types. In the near future, the exposed area is estimated to increase by an extra 1000 m² by 2026 and so on until 2106, at a rate of about +5m²/yr, under a conservative scenario. Under accelerated scenarios, the projections follow a power function, where additional land could increase by an order of magnitude (>200 km²). The cliff sector between Annalong and Bloody bridge (unit 6) is particularly exposed due to a large coastal hazard buffer area between cliff toe and cliff top. However, it is currently vegetated and rocky outcrop decrease its sensitivity.

In light of these results, with the exception of hard rocky cliffs, most of the Kilkeel area is currently showing signs of coastal erosion and would definitely be sensitive to an increase in erosion processes due to climate- or ocean-related changes, while exposed area is projected to increase with time, no matter the scenario of erosion.

Figure 6. Cumulative land and assets exposed

Cumulative land and assets exposed following A1, B1 and B2 scenarios. A. Land area exposed (m2). B. Population exposed. C. Road length (km). D. Nb. buildings. See section 4.3 for B, C and D.

4.3 Socio-economical internal factors: Spatial aspect

This section first addresses the vulnerability factors relative to vital functions or assets of the community: the exposed population, buildings and networks. Then, we present the estimated potential harm to landscape intangible values, which can add to

the completeness of the assessment. This is followed by the assessment of spatial adaptation factors, which stresses the spatial vulnerability reduction strategies. The latter was represented by the adequacy of coastal protection structures (adaptation heritage) with coastal dynamics. Non-spatial adaptation factors are the scope of the next section.

4.3.1 Population exposed

As argued more in detail in Appendix V, in coastal vulnerability studies, the estimation of exposed population is unavoidable (IPCC CZMS, 1992), and commonly calculated either from a social (Cutter et al., 2008; Menoni et al., 2012), economic (Dawson et al., 2009) or hazard zone-based approaches (McLaughlin et al., 2002). The social and economic aspects will be addressed in the later section respectively about assets (4.3.2) and non-spatial factors of vulnerability (4.5). As for the hazard area population count, the challenge is to find balance between two scales of estimates. First, the gross ward-based estimates (Boruff et al., 2005; Hegde and Reju, 2007) comprise a great uncertainty: the coastal population may be drastically different from the general territorial density obtained from census data, because of the special interest in sea view. Second, the very local scale approach consisting in systematic census of coastal households is debatable in low-density areas like Kilkeel, because it allows identifying specific households at risk. GIS-based approach using point building data (OSNI data), superimposed with coastal buffers of hazard zones previously created and the mean household size (NISRA, 2013) allows to find a balance between the two scales. The use of the latter parameter is well established for population projections: "Small area projections [...] tend to be based on average household size" (Barry et al., 2005). Moreover, the use of current and future buffers allows estimating current and future population estimates. Other factors of future population evolution, such as population growth, fertility and life expectancy, were also considered using a factor of future population evolution based on Northern

Ireland the principal population projection (UK Office for National Statistics, 2013a, b). Using such procedure implies spatially constrained data to the area of interest, therefore the method reduces the uncertainty compared to gross density-based estimates, while it is not as precise as a census of all people actually living in the area of interest.

As for the scoring in vulnerability, the vulnerability for each cell c at time t was expressed as a function of population number by coastline length, given the sum of the current population exposed (P_{2006}) and the potentially exposed people under the B2 scenario (P_{2106}) proportioned by a factor (f_{B2}) that expresses the assumption that potentially exposed assets under B2 scenarios account only for 1/3 compared to assets exposed within linear projections (A1 scenario), the sum being normalized by the length of the coastal cell (l_{cell}):

$$V(t,c) = (P_{2006} + f_{B2} * P_{2106}) / l_{cell} \quad [\text{eq. 1}]$$

For representation, 5-levels scales were used, based on the distribution quintiles, then aggregated into 3-levels scale (see also 4.3.2, App. IV).

4.3.2 Buildings and roads vulnerability methodology

For the networks, only roads were selected. Other network could have been included, such as electricity, water drainage, etc. but were not due to availability of spatial data. Roads appeared sufficient for a rapid vulnerability diagnosis, but partnership with strategic network providers could be developed as a second phase.

For buildings and roads vulnerability, a common structure of vulnerability indicators was used to assess their spatial vulnerability, detailed in Appendix VI. We calculated the vulnerability $v(t,c)$ at time t for a given coastal cell c , based on the number of assets currently exposed $n(t)$. As a way to weight for uncertainties in future coastline

estimate and the potential worsening under accelerated coastline migration, we added the number of assets potentially exposed under B2 scenario $n_{B2}(t)$ proportioned by the same B2 factor (f_{B2}) that for population estimate (see 4.3.1). The sum of those two categories of assets was then weighted by two factors that aggravate the vulnerability condition: (f_1) the potential of multiple hazard interaction (overlapping coastal erosion, coastal flooding, fluvial flooding) and (f_2) the mislocation or “maladaptation” in locations not benefiting from natural coastal resilience. The results were normalized by the length of coastal cells, l_{cell} , for reproducibility. Allying all this, the general vulnerability of assets equation is therefore:

$$V(t,c) = [(n(t) + n_{B2}(t)*f_{B2})*f_1*f_2] / l_{cell} \quad [\text{eq. 2}].$$

For roads, the asset count was weighted based on the three main uses of roads in a coastal context: territorial access service, evacuation service in emergency situation, and protection of buildings against coastal hazards (see App. VI). The vulnerability of each asset and cell was calculated for current and future times (20, 50, 100 yrs). For representation, 5-levels scales were used, here based on the distribution quintiles, then aggregated into 3-levels scale (see also 4.3.2, App. IV).

4.3.3 Perceived impacts on the landscape intangible values

Indirect assets or secondary community functions also contribute to the vulnerability of a community. Due to the difficulty of evaluating and finding information about the local state of these functions, we selected an interactive mapping method of the landscape intangible values from Brown and Reed (2009), which gave good results in forest ecosystems. They defined 14 landscape values to be mapped by the residents: aesthetical, economical, organized recreation, primitive recreation, value for the future, sustainability, education or scientific value, biological diversity, spiritual, intrinsic or existence value, historical or cultural, therapeutic or for the health,

wilderness and special place for each individual (see Brown and Reed, 2009 for definitions of each). We also added social gathering value. Using point data, the residents could spread up to 5 points per value in the study area. A visual physical support was provided with obvious features (rivers, roads, etc.), either a map or orthophotos. Simultaneously, the points were digitalized with ArcGIS 10, noting relevant comments or reasons for each point in the attribute table. We also translated the definitions in French and Spanish (available upon request). Most of the residents gave positive feedback on this activity, highlighting their sense of inclusiveness when doing so. Only 3 participants over 125 were not inclined to perform this method.

For spatial aggregation, the point-data was transformed in images using Kernel's density, using 100 m pixel resolution, at a radius of 1 km. Then, we averaged the nb. points / km² for each value using spatial statistics over each coastal cell zone under the current coastal conditions (2006 coverage: 0-5 m from coastline). A 5-levels symbology was produced using natural breaks. To transform this data into vulnerability indicator, we summed all 15 values according to their score class (1-5) into a partial score over 9, aggregated into 3 classes of representation (see App. IV).

The main advantage of this method is that it allows to locate the hotspots of importance for each value, and to incorporate it into a spatial vulnerability analysis, rather than neglecting intangible aspects. The main limit is that it is not sensitive to temporal buffers due to spatial resolution density calculation.

4.3.4 Spatial adaptation factors

Spatial adaptations are an interesting avenue to decrease the vulnerability and their presence must be included in a vulnerability assessment. However, their contribution may also increase the vulnerability to some coastal hazards when rigid structure on soft coasts decrease the beach level and width (Bernatchez et al., 2011). This negative

adaptation heritage is a vulnerability factor in itself. To account for this, we chose to first assess the presence of coastline protection and then separately assess the (in)adequacy of the protection structures. We nonetheless also included a third parameter to reflect the presence of positive spatial adaptations that may decrease the vulnerability. See App. IV for scoring system.

Natural shoreline resilience and coastline protection – Based on the *in situ* coastal classification, we calculated the % of natural coastline, and proportions of protected coastline given the type of structures: rocky walls, concrete seawalls, gabions, mixed/others protections. The vulnerability scoring was based on the assumption that natural coastline provides a natural resilience (simple 3-levels proportional scale).

Maladaptation: (in)adequacy of protection infrastructure – As detailed in App. VII, the adequacy of protection structure was divided into theoretical and empirical adequacy against flooding and against erosion. In brief, the empirical adequacy against erosion was derived from the structures type and state, and the absence of erosive landforms observed in the field, as the one against submersion combined the NI floodmaps, which accounts for geodetic data (<https://mapping.dardni.gov.uk/FloodMapsNI/index.aspx>), and a preventive threshold of 2 m above shoreline. For the theoretical adequacy, a reference table of the appropriate and maladapted structures was established based on the various types of coast and hazard occurrence (erosion, submersion or both) (Table VII.1). The final indicator is the product of the % of adequate structures against erosion and the % of empirical adequacy to coastal flooding, among the whole coastal cell length. The scores are based on quintiles between 0 and 1.

Presence of positive adaptations: The positive spatial adaptations considered were Environmental protection status, beach / dune nourishment, planting vegetation. All were attributed by coastal cell. All three were deduced from the interviews and surveys, supplemented by a documentary search and/or by signs or features observed

in the field, and then transformed into a spatial attribute of each coastal cell. For the vulnerability, a simple of the number of spatial positive adaptation was produced (scores [1-3]).

4.3.5 Results for internal socio-economical vulnerability factors

a) Population

Based on the mean household size and number of residential buildings, in Kilkeel, there are currently a little over 100 people (117) that are directly exposed to coastal hazards (0-5 m) and will nearly double in the next 100 yrs (194) based on hazard zones (figure 6b). Accounting for a uniform population growth of 15% and an acceleration in coastal erosion (scenario B2), this amount could increase by over one order of magnitude by 2106, to 2400 people. This implies that about 10% of the future Coastal Southern Mourne population (22,000 in 2106) could be directly exposed to coastal hazards in the next century. Currently, the most vulnerable cell from this perspective is located in Annalong, due to a urban zone located on a low shore within historical limits of the coastline (~70 people). Secondly, the Warrenpoint-Rostrevor area also display a certain coastal population density with about 20 people being currently exposed to coastal hazards (cells 1, 3 and 6). The whole stretch between Warrenpoint and the Rostrevor quay (cells 1-13) contains about half of the future population exposed (~1400 people), while the stretch between Ballymartin and Bloody bridge comes second with over 550 people (cells 39-43). Other areas where permanent households could be exposed in the future were located in Kilkeel (35-Kitty's road to 36-Leestone), the Cranfield bay, Point and Windmill road (29-30), and the Benagh road (22) by the Mill Bay.

b) Buildings

The analysis showed that there are 150 buildings immediately preoccupying (figure 6c). A first group of 75 buildings are within immediate concerns margins, located within 5 m of the 2006 shoreline or within historical limits, 68% of which are residential and located mostly in the vicinity of Annalong harbour, Killowen and Rostrevor. Individual properties are of immediate concern in Kilowen, on Benagh road, Greencastle bay, Cranfield point, on Windmill road, Leestone point, Mullagh river exit and at the end of perpendicular roads along the Kilkeel and Ballykinler cliffs. An additional 75 buildings could be concerned soon, by 2026. In terms of strategic buildings, the situation of a small power station located at the Kilbroney river mouth (Rostrevor) is preoccupying for its immediate exposure and high hazard occurrence spot (coastal flooding, river flooding, coastal erosion). About hazards, 90% of those buildings are located on soft low coast (mainly beach terrace/raised beach) and soft low cliffs (<2 m), with 80% holding inadequate protection structures, which places them at risk of coastal erosion and half of them are also on low coast, at risk of coastal flooding. By 2106, accelerated erosion could increase the issue by 1-order of magnitude, to a maximum of 1085 buildings exposed (B2, 100 yrs; fig. 6c), with about 450 residential buildings. Moreover, many are located on soft cliffs <2 m, with inadequate structure against flooding, illustrating a false sense of protection against flooding.

c) Roads

A total of 3.5 km of roads are currently exposed (within 5m of shoreline), at 41% located in Warrenpoint and Rostrevor area, and 56% U-road, 35% A-roads and 9% C-roads, and 53% sitting on soft low cliff (fig. 6d). One third of length is the A2 national road in Warrenpoint-Rostrevor, but most is already well-protected by an oversized wall. In terms of territorial access, future vulnerability is held by the urban Rostrevor, Killowen point, Greencastle point, Benagh road (already displaying

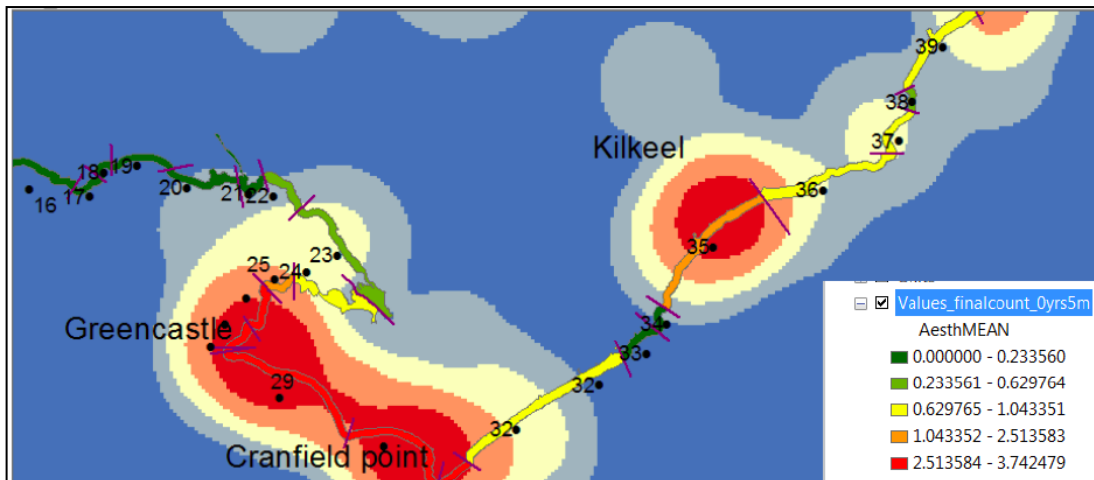
Caution: Flooding signs), Soldiers' point road, clifftop edge of Windmill road and most perpendicular road ends (Derryoge road, Kitty's road, Pat's road, etc.), private acces at Mullagh river exit and downtown Annalong. In terms of emergency evacuation, Killowen and Greencastle-Soldiers' point-Cranfield point are the most preoccupying spots, with large number of houses depending on short vital road segments. The coastal protection function of roads is the highest in Warrenpoint (A2 road), and secondarily in Rostrevor, Killowen, Cranfield, and Annalong (North of harbour). Roads are protected by rocky walls (44%), gabions (29%), and vertical concrete walls (26%). However, excluding the A2 and Kilkeel harbour oversized structures, the vast majority has inadequate structures of protection. Projections under a conservative scenario (A1) implies a doubling of road exposed and allows identifying the future hotspots of Windmill road and Kilkeel steps end of roads (Derryoge to Kilkeel harbour). The most pessimistic scenario (B2) holds an increase of 13 times the current length by 100 yrs, up to 32 km of roads exposed. When considering the cumulation of road services, the vulnerability scores are coherent with those results, pointing out the Annalong center (current), Rostrevor (future) and Warrenpoint urban areas (current and future) as the most vulnerable, while Greencastle to Cranfield segment is also concerning due to its evacuation service inadequately protected.

d) Intangible landscape values

The results showed that there is a spatial convergence of citizen interest in Greencastle-Cranfield-Windmill area, due to a strong valuing of the aesthetical value, the historical heritage, the developed and primitive recreation and the economical potential it represents, as illustrated in figure 7. Other major focal points were the scenery and history in Rostrevor, the wilderness of Mill Bay, the daily walking area by the Kilkeel steps, the potential for gathering and educative activities in Kilkeel

centre and harbour, and the economic vitality around the Annalong harbour and the adjacent coastal path for the recreation.

**Figure 7. Mapping of landscape value surface density:
example of aesthetical value, from Mill bay to Kilkeel**



Raw data collected from participative cartography (modified from Brown and Reed, 2009) during field survey during summer 2010. Methods: Kernel's density calculated based on 100 m pixel resolution at a radius of 1 km, average nb. points/km² over each coastal cells counted within current coastal exposition conditions (2006: 0-5m); Symbology: 5-classes natural breaks, using ArcGIS 10: Spatial statistics toolbox and Xtool Pro.

e) Spatial adaptation factors

Overall, only 44% of the coastline can count on its natural resilience (unprotected) to adapt to future coastline migration. This figure was drastically lower the Carlingford lough, with only 27%, compared to the Kilkeel-Annalong cliffs units (58%). The only naturally resilient stretch was between the Killowen point and the Greencastle Pier, the most uninhabited area. Over the whole area, the protection structures were very heterogeneous, with 48% of mixed or others and else dominated by hard protection: rocky walls (31%), concrete walls (15%), and gabions (6%). Only 8% and 10% displayed adequate protection structures against coastal erosion and submersion,

mainly oversized concrete walls along the A2 road. This reflects the lack of strategic coastal hazard management in the area. As for positive adaptations, only the AONB environmental designation and the former blue flag beach of Cranfield contribute to decrease the vulnerability of a few cells in units 2 and 3. There is therefore a great potential of vulnerability reduction in this cluster of factors, through measures like beach nourishment and preventing erosion by “foot-stalling” or by quads.

4.4 Synthesis of coastal spatial vulnerability

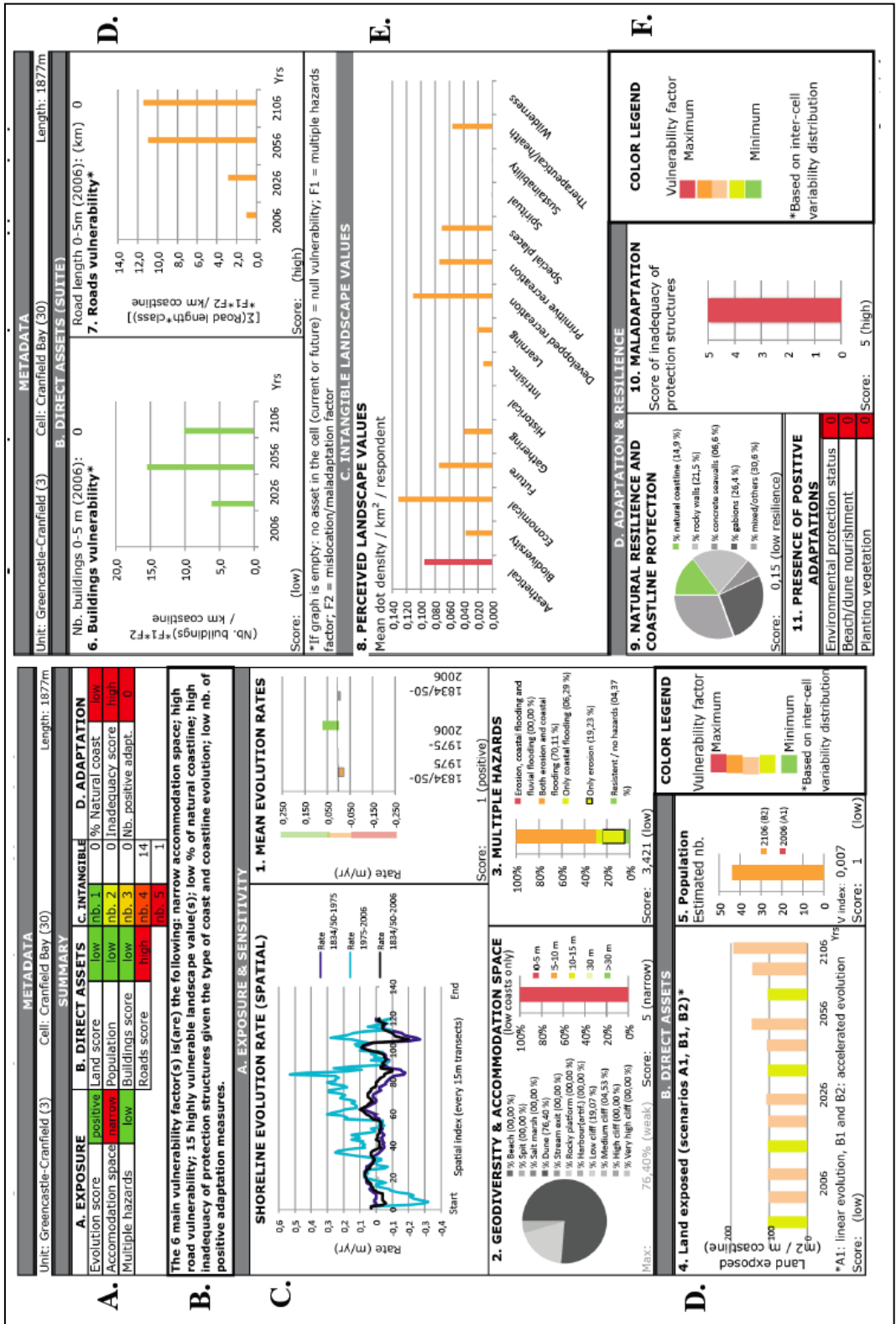
All the previous spatial information was transformed into two main ready-to-use outputs of spatial vulnerability: a cell-scale vulnerability viewer and aggregated maps of spatial vulnerability.

4.4.1 Vulnerability viewer

Given the end-user need to identify the key vulnerability factors among the great span of information exposed above in order to design appropriate adaptation strategies, the aim was to simplify the reading and provide a general view of the main vulnerability factors for each coastal cell. For that, we designed a spatial vulnerability viewer supported by a simple spreadsheet, so that selecting a given coastal cell from a drop-down menu, a reader can get an overview of the main challenges in that cell (fig. 8).

In an automatic report-like 2 pages representation, the sheet presents two different scales of information at the same time. On one hand, there is detailed information corresponding to the 10 key indicators of spatial vulnerability grouped into 4 main clusters: Exposure, Direct assets, Intangibles landscape values and Adaptations (fig. 8-C to F). For each indicator, there is the plotted original data and the corresponding indicator score (App. IV). The colour representation of each plot is in agreement with the vulnerability score, in order to visually spot the strength and weaknesses. On the

Figure 8. Overview of the coastal spatial vulnerability viewer



Example of Cranfield point coastal cell's spatial vulnerability output. A. Summarized vulnerability indicators. B. Summarized description of the cell's main factors of spatial vulnerability. C. Exposition parameters. D. Direct assets exposed. E. Intangible landscape values exposed. F. Adapation measures (positive or negative). See Appendix I-III for methods concerning shoreline evolution, future estimation of coastline position and scenarios of land exposition, Appendix V (Buildings and roads vulnerability), section 4.3.2 (Landscape intangible values), Appendix VI (Inadequacy of protection structures). See also Appendix IV for the aggregation scores.

other hand, there is summarized information, an aggregated semi-quantitative summary of the 10 vulnerability indicators with traffic light representation (fig. 8A) and an automatic written summary that identifies the preoccupying factors in that cell (fig. 8B). This representation advantageously suits all computer platforms, given the universality of spreadsheets compared to GIS software, and to provide both number-based detailed information, as well as written summary, to suit various interests and competencies of the reader.

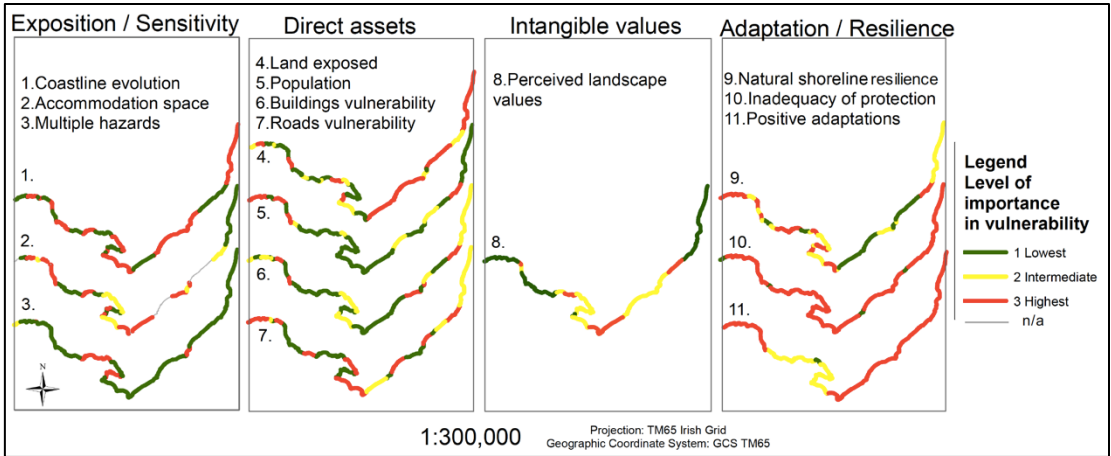
4.4.2 Aggregated maps: Kilkeel's summary of spatial vulnerability

Providing a broad illustration of the main vulnerability factors in Kilkeel, the scores of all 10 indicators were mapped grouped into the same 4 clusters of factors as just above, using simple traffic light representation (fig. 9). A rapid sensitivity analysis assessed the validity of this aggregation, using the cluster mean scores and cell frequency distribution (see App. VIII).

Altogether, these allow drawing a synthetic profile of the spatial vulnerability of Kilkeel (fig. 9). First, the exposition has a relatively high contribution to vulnerability in each cell, due to an alternating pattern of coastline evolution between high and low, an intermediate to low geodiversity in each cell and a few spot of converging hazards in the North Mill Bay and along the White water and Mullagh river exits. A much higher level of land exposition was observed on the open ocean side, compared to the Carlingford lough. The building stake was found in the concentrated nucleus of

Rostrevor (including an exposed power station), Killowen, Kilkeel and Annalong, while preoccupying road segments are rather disseminated in every unit along the coastline, but uniformly high in the Greencastle-Soldier’s point-Cranfield point stretch due to an highly exposed segment with an emergency evacuation problem. The hotspots of exposed intangible landscape values were located in Rostrevor, North Mill Bay, Soldier’s point to Cranfield point and Annalong centre. The scores of adaptation measures were high and quite homogeneous, with low level of natural resilience, especially within the Carlingford lough, very low level of adequacy of protection structures and nearly absent positive adaptations. In short, these summary maps allow to spot the most vulnerable cells: the Cranfield bay (cells 30-31), urban nucleus and Kilkeel steps (35, 41), and Rostrevor power station (cell 8), each for their own reasons.

Figure 9. Spatial vulnerability factors by coastal cells for the Kilkeel area



4.5 Internal socio-economical factors: non-spatial aspects

The cluster of non-spatial socio-economical factors refers to measures or situation that are of local scale and may raise or decrease the vulnerability. A first aspect of that cluster that may influence the vulnerability is the organization of land-use

management and specifically key community-based measures among this process. A second aspect relates to the perceptions of stakeholders, which influence the decisions and their sustainability. Risk representations have been well-studied since more than five decades (Burton and Kates, 1964) and were measured through the concept of functional awareness of risks (Boyer-Villemaire et al., 2014b). Furthermore, the perceptions relative to the institutions are as equally important in the potential stall they represent in the process of sustainable coastal management (Lemieux et al., 2013) and thus also represent a vulnerability factor. They were also assessed in a novel approach, from both the citizens and managers' perspectives.

4.5.1 Analysis of adaptation measures encouraging community-based management

Coastal geomorphology principles say that 1) coastal dynamics and consequent risks differ according to coast types and 2) the notions of risk and vulnerability involve potential impacts, which by extension, concerns both the currently built assets and those potentially exposed in future development. Moreover, bridging with sustainability fundamentals, the Rio principles for sustainable development recommends community-based management, other said key roles for local actors, including in the land-use management or planning (UNGA, 1992). From this, we posed the hypothesis that from a sustainable management perspective, the administrative or legal context of land-use management are likely to support the prevention of risks and build over regulation that decreases the vulnerability, i.e. the exposure of assets, in Kilkeel. To assess so, a qualitative analysis was performed through semi-structured interviews and official documents. The approach was to first identify the local measures to manage and prevent coastal erosion and coastal flooding impacts, and then to assess their contribution to the community vulnerability (decrease/increase). The specific research questions were:

- the *general organization of land-use management or planning*, what is the role devolved to local actors or local knowledge?;
- the *regulation about protection structures for current stakes*, is it sensitive to coast type?;
- the *regulation about future development*, is it sensitive to coast type?.

4.5.2 Survey of functional awareness of coastal risks

The functional awareness of coastal risks was surveyed in Kilkeel and the methods and results were published in Boyer-Villemaire (2014b). This concept is based on the measure of 3 main variables: the capacity to objectively observe dreadfulness, the cognitive comprehension of changes and uncertainty, and the level of intended behavioural change.

4.5.3 Survey of risk governance perceptions

The risk governance perceptions were measures using the survey and semi-structured interviews and the methods and results are currently submitted (Boyer-Villemaire, sub.). This concept unfolds in two dimensions: the citizens' attitude towards governance and the functional coherence between citizens and managers for a sustainable coastal management. The first is based on the citizen's attitude towards the management process and towards the coastal issue, and their feeling of involvement in it. The functional coherence is based on the measure of differences between citizen and managers about their conceptions of legitimacy of stakeholders, of leadership or power sharing and of mutual roles (citizens, local government and central government). See section 4.6 for detailed institutional analysis.

4.5.4 Results

a) Adaptation measures encouraging community-based management

The qualitative analysis revealed that the land-use management is currently increasing the coastal vulnerability of Kilkeel (Table 3). First, the analysis showed that the land-used organization is clearly disconnected from the community. Indeed, the land-use schemes are designed by DOENI (planning division) in Craigavon, some 60 km inland compared to Kilkeel, in a different county. There is an important physical distance between the coastal community and the planning office, which seem a deeper distance considering that the planners admitted not being aware of the coastal evolution in Kilkeel. Moreover, the interviewees in the planning division and in the environmental office confirmed the absence of erosion-trend based security margins (INI04). Illustrated in the official planning documents, there were security margins for clifftop, typically of 5-10 m, but the stakeholders could not identify their scientific source or assess their validity in any way (INI06). A positive aspect was the consideration of flood maps produced by the River's Agency, including sea inundations, which echoes the European directive for flood prevention (EU Directive 2007/60/EC). However, there did not appear to be any community-based mechanism, else an official consultation about planning during a short period, which is a passive dissemination mechanisms of the close-to-final plans (Rowe and Frewer, 2005). This therefore points out a lack of participation strategy to favour defining local strategies and it reinforces the disconnection between the local populations and the managers.

Second, there is a weak spot in the management of the protection measures in Northern Irish coastal management. The interviews revealed that the type of coast was not taken into account into the regulation for protection structures, and that the root problem is the absence of regulation about it, leaving the choice to the asset owner. Tangibly, in a same coastal cell, a coastal road segment neighboured by private land is very likely to display heterogeneous hard protection structures built in

separate ways and with varying qualities. Within a coastal cell, this will result in the convergence of wave breaking and erosion to a point on either of the assets, the “end-toe effect”, thus concentrating the cost onto one spot, one asset provided, at the spare of the others. Moreover, the neglect of adjusting protections to coasts that are dynamic in their genesis, like dunes or spits, is very likely to results in permanent beach thinning, as seen in the nearby Newcastle (Cooper and Pilkey, (eds.) 2012). This situation is a fertile soil for conflicts between stakeholders. Therefore, in Kilkeel, the lack of planning for protective/adaptive measures is likely to 1) decrease the natural resilience (in still natural coastline like Windmill road cliffs, Ballykeel cliffs or Mullagh river area) and 2) to decrease the willingness to collaborate in a collective adaptation effort, thus raising the vulnerability in two different ways.

Table 3. Main community-based measures to manage and prevent coastal erosion and flooding impacts on built assets

Community-based land-use scheme?	Built assets or protection by type of coast	Future development by type of coast	Others
No: - Land-use schemes designed by planning office (DOENI) in Craigavon for Kilkeel; - does not include erosion-trend-based cliff security margins - include flood maps produced by Rivers Agency.	<i>High coasts:</i> none (left to owners) <i>Low coasts:</i> none (left to owners)	<i>High coasts:</i> minimal margins are mapped by DOENI in land-use schemes, but not based on erosion trends <i>Low coasts:</i> beaches: Humid areas: Sites with environmental protection do not allow building, e.g. Intertidal area of Mill bay (Carlingford lough) is part of RAMSAR sites	<i>Erosion:</i> no information is gathered or disseminated in Northern Ireland; cliff edge margins are typically 5-10m <i>Flooding:</i> Flood maps are compulsory (EU flood directive) and the basis for allocation of building permits <i>Management style:</i> State is responsible for protection

Third, the missing sensitivity to coast type was also found in the regulation allowing future coastal developments. For low coasts, only the protected humid areas are

prohibited from building, leaving loose the spits (Killowen), beaches (Leestone), dunes (Greencastle-Cranfield). For high coasts, as exposed above, the security margins are minimal and not based on scientific assessment of coastal evolution. Therefore, the loose regulation allows a raise in the amount of assets in the hazard-prone area in Kilkeel, thus a raise the future vulnerability.

In short, the accumulation of 1) a disconnection from the community, 2) a lack of communication and participation strategy and 3) a missing sensitivity to coast type and to erosion in protection measures regulation and in future development regulations allow concluding that the land-use management raises the current and future vulnerability of Kilkeel.

b) Functional awareness

In short, the community of Kilkeel, has an overall intermediate level of functional awareness. This is first supported by a medium capacity to observe the dreadfulness due to a medium human-nature relationship and to only medium environmental changes in the last decades, even tough important hazard events have punctually been observed by the residents. Second, they displayed a good understanding of complex interactions that lead to coastal risks, for example the connectivity between human activity and coastal erosion, which is supported by a high education level of the community. Third, they displayed an intermediate level of intended behavioural change, mainly due to a low sense of sustainable solutions for coastline management, which is related to low information dissemination about coastal management in the community.

c) Governance perceptions

In short, Kilkeel's citizens stood on a reluctant attitude towards environmental governance, with incoherencies in the comprehension of leadership and of the

citizens' role in decision-making. On one hand, the citizens expressed their concerns about the current coastal management. They rationally acknowledged the presence of coastal risks in the community and even displayed a strong level of preoccupation about it. However, they manifested their disagreement about the current governance: a vast majority 1) was dissatisfied about the efficiency of the current coastal management scheme and 2) believed the current level of preparedness against coastal hazards is null. Even so, they claimed a stronger participation in coastal management. In fact, their desired decision-making architecture would place the coastal residents as equally important as the local authorities and the central authorities, and the non-coastal residents would have a secondary voice. This collaborative desire contrasts with the current absence of both groups in coastal management (see section 4.6).

The managers stood from another perspective. Both citizens and managers agreed on obvious points: the likely presence of non-coastal residents as secondary actors and the inevitability of collaborating with the local authorities. However, they favoured a very centralized decision-making model, disregarding any legitimacy of coastal residents and even that of local authorities. In their view, the central authorities should be the absolute leader, while consultation mechanisms would serve to include others opinion in the decision-making, but not favour genuine environmental mediation.

4.6 External socio-economical vulnerability

4.6.1 Mapping of institutional actors and processes

External socio-economical factors, such as the institutional and legal settings, may as well contribute to raise the exposure or impacts in a community facing coastal hazards, thus its vulnerability. The assumption here is that vulnerability at the external scale would arise from the lack of appropriate measures to support the

management of local vulnerability. From a sustainable perspective, the set of “appropriate measures” were defined according to 3 dimensions that, all together, would consist in an optimum strategy to decrease local vulnerability:

- *Relationships between actors*: A sustainable management of coastal hazards under climate change context calls for multi-stakeholder governance (Boyer-Villemaire et al., 2014a; Hemmati et al., 2002; O’Faircheallaigh, 2010). Thus, what is the diversity of actors involved in coastal management (least and most connected)? Are each scale represented? How are they interconnected?;
- *Main institutional processes regarding vulnerability management*: What are the legal setting, risk assessment processes and management strategies with regard to three aspects: 1) management of extreme events, 2) management of gradual changes and 3) planning future development in hazard-prone area (for both coastal erosion and coastal flooding)? Are there missing aspects?;
- *The adaptive decision-making wheel* (e.g. Shaw, 2009): Are there targeted institutional measures for each step of the wheel? Are there missing aspects?

A method to profile these complex interactions is the institutional mapping of actors and their interactions, used in the public health management (Boyer et al., 2014). It has the advantage of rapidly drawing a synthesis of the efficiency of institutions and naturally matches an institutional vulnerability assessment. Data collection was performed during the semi-structured manager’s interviews, asking them to sketch their relationship with other actors and the main institutional structures or measures. This was complemented by documentary research of “grey literature”. The institutional mapping results were in the form of diagrams.

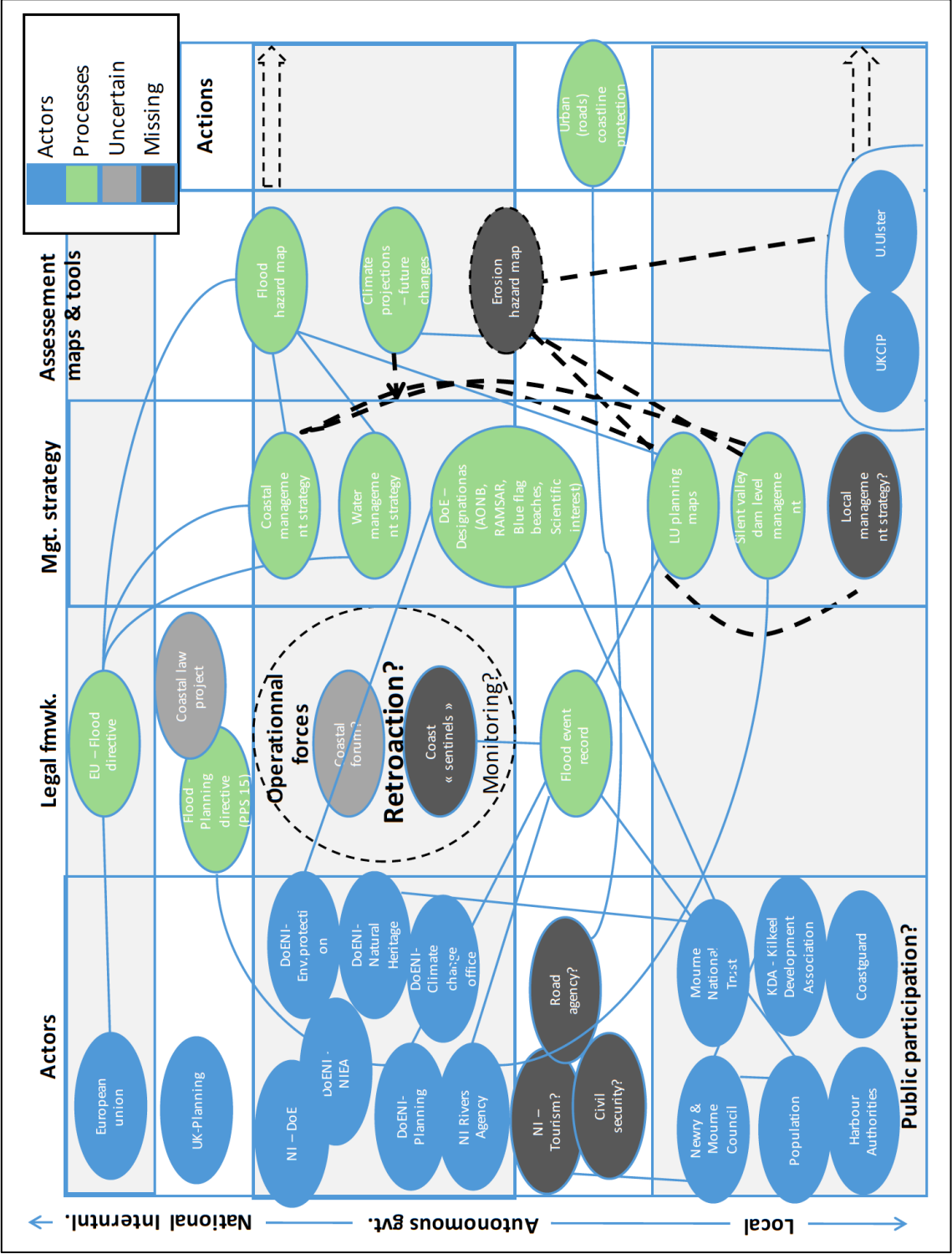
4.6.2 Results

The analysis showed that the Institutions also contribute to Kilkeel's vulnerability to extreme events and to gradual changes, through few actor interactions and a narrow vision in institutional processes (fig. 10, 11).

In terms of relationships between actors, despite the presence of a promising coastal forum, the collaboration over the theme of coastal management was disorganized in Northern Ireland. A certain leadership is stated by the Department of Environment (DoE), as seen in its most connected position and its hosting of a coastal forum (fig. 10). Mentioned many times, the latter is a promising interdepartmental structure, a structure that can assess the situation from a multidisciplinary point of view could contribute to that. Again, such mandates would be in the scope of a meaningful Coastal Forum.

However, the actors reported its stagnation and low impact since its creation in 2006. Moreover, the DoE Planning Office remained strictly sectoral and displayed few connections apart from its integration of floodmaps produced by the River Agency within the same ministry. At the opposite corner, few local-scale actors have a word in coastal management (Newry and Mourne Council, population, Kilkeel Development Association, Mourne National Trust) and neither were federal actors such as harbour authorities and coastguard. Multidisciplinary actors were also weakly collaborating: the disinterest of risk management actors (e.g civil security) and specific asset provider or owner (Road Agency, tourism) was manifest, and the lack of scientific publication since the 1970's speaks for itself. Hence, the actors' relationships for coastal management in Northern Ireland take the form of a disciplinary leadership by environmental actors doubled by disinterested key institutional actors, which does not support a multi-stakeholder organization.

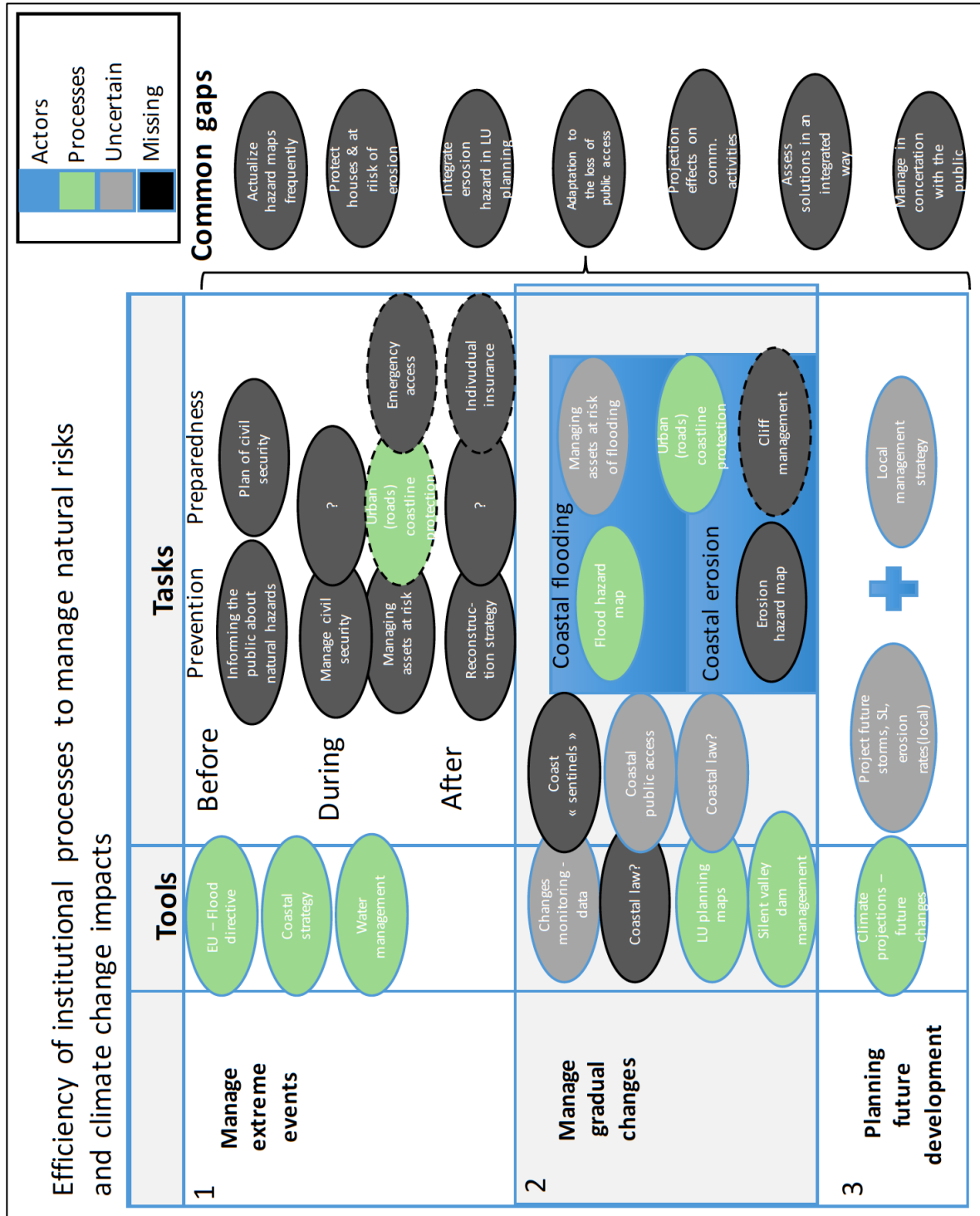
Figure 10. Cross-actors analysis



About the institutional processes, the management of extreme events and gradual changes are both supported by a narrow perspective on coastal erosion. First, the measures regarding prevention, preparedness or recovery after extreme events are too few and place Kilkeel in a vulnerable position in the face of extreme coastal event. This is especially true regarding coastal erosion at the top of Kilkeel's 20-m high cliffs, while the low dunes and beaches susceptible to flooding are the scope of flood management. Regarding pre-hazard planning, the narrow perspective about coastal erosion topic lead by the environmental institutions translates into a weak connection with the civil security and the public. Information dissemination with the public and across departments is crucial for disaster prevention and preparation, and not one actor reported such activity. In terms of spatial vulnerability to extreme events, identifying the spots of multi-hazards convergence and dead-ends would strengthen the emergency planning. About the aftermath, financial disaster recovery needs to be planned through public or private insurance fund to rebuilt private assets (as was or to relocate). Thus, increased communication, emergency planning and insurance would decrease the Kilkeel's vulnerability to extreme events.

Second, the interviews revealed a need to diversify the perspective on gradual changes due to coastal erosion. On one side, the urban promenades (especially their flooding) drain the main interest for coastal management. On the other side, missing perspectives about the coast were multiple: a naturally changing ecosystem (need to monitor and to preserve natural coastal buffer to prevent coastal squeeze) (Doody, 2004), as a human habitat (along with the back coast; need to manage build assets), as access to natural marine habitat (need to maintain public access to natural areas) and as an economic motor (need to manage sustainably local economies), etc.

Figure 11. Analysis of institutional process in terms of climate change/natural hazard/planning task covered



To better integrate those perspectives, a tangible tool is a legal obligation of coastal erosion management. The framework provided by the UE flood directive and consequent planning directive are efficient for flood management, but there is a need to complement it with a coastal erosion planning directive, which could be supported by a Coastal Law. The interviewees indicated that the latter has been intended by the UK for over a decade. Regardless of the jurisdictions, Northern Ireland could take the leadership for its share. However, the missing elements to reach a directive levelled with that against flooding are numerous:

1. *scientific-based maps*: to produce or actualize projected coastal erosion maps, which are simply absent in Kilkeel apart from the work in this paper; this calls for high resolution surveys and past trend analysis;
2. *regulated mapping method*: a normalized method for high-resolution mapping of historical migration rates, (e.g. Appendix II), is a key to produce such relevant maps;
3. *erosion modelling and projections*: to model and integrate the wave runup effect of seafoods into the projections will be a must for accurate and long term projection, as argued in Appendix II;
4. *sedimentary interactions*: dam management influences sedimentary delivery at river exits, as it is the case in Kilkeel and Annalong harbours and must be taken into account;
5. *retroaction loop*: coastal evolution needs to be monitored, which is not the case at this moment, to find out the real trend and to feed scientific-based maps.

Hence, a disciplinary leadership in actors' interactions, the isolation of extreme events management and land-use management and narrow perspective about coastal erosion in institutional processes contribute to the local coastal vulnerability in Kilkeel. Local planning supported by a central vision that is multidisciplinary,

dynamic, multi-risk, well documented and long-term could certainly contribute to reduce the vulnerability of local communities in Northern Ireland.

5. Discussion and conclusions

Under the objective of developing a diagnosis method that assesses the integrated vulnerability of coastal communities, we used a multidisciplinary method to identify the key vulnerability factors in terms of exposition, assets, intangible landscape values, spatial adaptations, socio-economical factors including perceptions of risks and of risk governance and external factors, from both environmental and institutional sources. The application of the method to Kilkeel's community allowed identifying the strength and weaknesses. A summary of Kilkeel's coastal vulnerability diagnosis closes the paper.

5.1 Methodological contributions

The main positive aspect of the coastal integrated vulnerability diagnosis resides in its operability. A key challenge in local vulnerability assessments was to deal with multifaceted information in an operational way, a way relevant for decision makers. We pushed back this limit by designing a spatial vulnerability an end-user friendly vulnerability representation tool that can be used in nearly any technological context, using a simple spreadsheet support with scroll-down menus for selecting the information of interest. The spatial assessment proposed for coastal erosion projections, space accommodation, protection structure adequacy and the vulnerability indices for assets exposed including the potential impacts under various climate change scenarios contributed to pushed bac the limits.

Yet, non-spatial information was not neglected for all that. Indeed, it is an important dimension of vulnerability, may it be the regional hydroclimatological trends, the

institutional context, the perceptions or the community-based adaptation measures to reduce vulnerability or raise resilience. Therefore, the originality of the contribution lays in the integration of multiple aspects of coastal vulnerability, from geomorphology to psycho-social impacts, from citizens' to managers' perspective, from qualitative to quantitative and spatial factors. While keeping a systematic way of examining all aspects of a complex system, the accumulation of perspectives produces a perspective over local coastal vulnerability broader than many others (Dawson et al., 2009; Del Río and Gracia, 2009; Dolan and Walker, 2004; Kont et al., 2008; McLaughlin, 2001; Thieler and Hammer-Klose, 1999).

At the same time, the assessment was rooted in the local context, both on the geomorphological side with the coastal classification, and on the human side with the survey and interviews.

5.2 Method limits

On the downside, presenting such synthetic view calls for simplifications and aggregation that are subjective to a certain point. In terms of simplifications, the main one concerned the erosion projections. We adopted a conservative approach using minimal preventive security-margins rooted in the linear projection of past trends, double with two accelerated scenarios. The erosion projections do not pretend to be sufficient for risk mapping, which would call for much precise historical data and modelling. Another simplification was in the measure of risk perceptions and risk governance perceptions, where theoretical models simplified the reality. Choices of indicators had to be made and were discussed in the corresponding articles. The traffic-light representation also results from threshold choices and has the advantage matching various public's competencies. This is compensated by the availability of the detailed data.

As for aggregation, as discussed in corresponding appendices, a few expert choices were necessary for building the indicators of buildings, roads and intangible values. Nonetheless, since they are computerized, these combinations could be updated simply. On the positive side, we also escaped over-aggregation. Indeed, spatial outputs are based on multi-criteria approach and remain in “raw” units. Further transformations are possible, such as monetization or valuation based on coastal use. However, in our view, these transformations of information into a single output unit (often money) involve a weighting of factors that may vary greatly from one community to another. Unless working in close partnership with the community to integrate the onsite weighting of factors, over-transformation of information may reduce the credibility of a study. Therefore, for communities where few scientific data is available about coastal change, like Kilkeel, a first vulnerability diagnosis providing an honest profile of facts about vulnerability factors and their intensity may be sufficient to raise awareness about coastal change. If deemed necessary to convince of taking action, monetary valuation may be performed as a second step, with or by local stakeholders.

Limits that could be pushed back concern the integration of ecosystem services based on land-use and coast type, analysis the vulnerability from a well-being perspective and the analysis of vulnerable groups (escaping census data for low density territory).

Finally, about the research context, the multidisciplinary skills necessary for producing such diagnosis were mentioned as a difficulty for implementation by other authors (Meur-Férec et al., 2008), but for experts in environmental sciences or geography with strong geomorphological and social backgrounds, it went smoothly. This strikes the importance of multidisciplinary environmental programs. Similarly, at first sight, data collection might appear time-consuming, but in only four-months-time-person, with ready-to-use data collection tools, plus a realistic estimate of one-

month data treatment for the following cases, you get such level of detailed assessment. This is a “fast” assessment in research time-scales.

5.3 Kilkeel’s coastal vulnerability, after 4 decades of silence

The vulnerability diagnosis allowed identifying Kilkeel’s main factors of vulnerability, in terms of exposition, assets, intangible landscape value, socio-economical and external factors (Figure 12). First, the regional trends are quite clear about the foreseeable elevation in many coastal hazards in the Mourne/North Eastern Ireland area, especially coastal erosion. This factor sets a clear context for the design of vulnerability reduction strategy: previous environmental changes or variability must be considered seriously, may be repeated and may even be much weaker than future hazard intensity or frequencies. In other words, preparation for equal or higher changes than those observed in the past is a necessity. Second, we calculated the erosion rates, operated a coastal geomorphological classification and mapped the spatial variability of vulnerability among the coastal cells between Warrenpoint and Bloody Bridge. Cranfield Bay (cell 30) and Cranfield Point (cell 31) appeared the most vulnerable spots, due to 1) highly exposed location with a mean 0.15 m/y, dominated by sensitive type of coast (low soft cliff and dune); 2) high level of assets concerned: high level of land concerned by erosion projections that could double under the worse scenario by 100 yrs and problematic vital evacuation road problems; 3) a key hotspot of intangible values, especially critical for its aesthetical potential, which supports a strong economical value, a main economic motor for the whole community with the campgrounds and strong recreational value (primitive and organized); and 4) low spatial adaptation measures; despite its former blue-flag environmental status, most of the cells is inadequately protected with rocky walls (many times damaged according to the owner) and gabions, and thus cannot benefit from natural resilience of the coastline, while no soft or positive adaptation measures were encountered to decrease the vulnerability.

Figure 12. Synthesis of vulnerability factors for Kilkeel

Internal biophysical		Internal socio-economical	
Impacts	<p>No monitoring of erosion, no cliff management strategy</p> <p>Cranfield Bay and Point hotspot:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Highly exposed location (-0.15 m/y) • Sensitive TC • High level of assets concerned • Key hotspots of intangible landscape values: esthetical, recreational and economic • Weak accommodation space • Weak natural coastline <p>Other vulnerable population nucleus</p> <p>Power station</p>	<p>Effective</p> <p>Land: <1 [1-44] ha</p> <p>Population: >100 [200-2500]</p> <p>Buildings: 46 [86-1126] power station, sewage station</p> <p>Roads: 2.5 [5-32] km of road</p> <p>Key touristic attraction, esthetical values</p> <p>No public participation mechanism</p> <p>Cultural tensions</p> <p>Wetland protection status</p> <p>Low adequacy of protection structures</p> <p>No soft engineering</p> <p>No erosion in local planning</p> <p>Active Moume Heritage Trust</p> <p>Local environmental leader</p>	<p>Perceived</p> <p>Diversity of perceived landscape values</p> <p>Low positive experience of the coast</p> <p>Blind confidence in all solutions</p> <p>Major dissatisfaction, perceived low preparedness</p> <p>Disagreement on major actors, residents and non-coastal residents roles</p>
	Adaptation & Resilience	<p>Low adequacy of protection structures</p> <p>No soft engineering</p> <p>No erosion in local planning</p> <p>Active Moume Heritage Trust</p> <p>Local environmental leader</p>	<p>No dissemination strategy from local authorities</p>
External biophysical		External socio-economical	
Impacts	<p>Clear regional trend towards hazard intensification</p>	<p>Effective</p> <p>Narrow inclusiveness and disciplinary efforts, but leadership of DoENI</p> <p>No monitoring program, no erosion maps</p> <p>Absence of civil-security actors</p> <p>Promising coastal forum</p> <p>Effective flood hazard management</p> <p>Expected coastal law</p>	<p>Perceived</p> <p>Low perception of risk and vulnerability from managers</p> <p>Low perceived performance</p> <p>Distance bias from managers (planning)</p> <p>Low inclusiveness from managers</p>
	A & R		<p>No dissemination strategy from central authorities</p>

Resident archives pictures supports the interpretation that there is a relationship between inadequate protections, beach thinning and the loss of water quality (blue flag), which could impede the touristic potential of the whole community down to Kilkeel's center vitality. Moreover, succeeding our findings, winter 2014 was so erosive for the Cranfield point that the main access to a house was attacked and the residents claimed action from the authorities (Mourne Observer, 2014-03-25) This testifies of the robustness of the spatial diagnosis.

Other stakes were also identified using spatial analysis, for example in Rostrevor, with its small power station located in a hazard convergence spot, in Warrenpoint, with its dense population depending on the integrity of the national road protection (frequently flooded), in Killowen where houses are sitting very low, badly protected neighbouring a spit system that floods regularly, in Greencastle with a high historical value but critical evacuation situation for the whole residential nucleus, Kilkeel with its ever-retreating high soft cliffs and Annalong. Each of those locations is vulnerable due to particular factors. Our method allows pinpointing which spatial factors are to be considered and obviously suggest the action lanes for appropriate vulnerability reduction.

Third, we surveyed citizens, interviewed managers, mapped the institutional actors relationships and processes to uncover socio-economical factors that contribute to the local vulnerability of Kilkeel. Both internal and external factors analysis converged towards a dual interaction from 1) a lack of integrated coastal planning and 2) lack of communication and participation strategy for coastal management.

1. A common denominator identified was the missing multidisciplinary perspective about coastal management. We observed a lack of community-based aspect in land-use and risk planning. This was also illustrated by the institutional mapping, where the disconnection of institutional processes from the local actors was reinforced by a disciplinary leadership of the Dpt. of Environmental in actors'

interactions. This form of leadership translated into a narrow perspective about coastal erosion in institutional processes, and into the mutual exclusion of extreme events management and land-use management. Altogether they point out a cut-off between decision-making lead actors and other local or disciplinary actors.

2. The coastal risk awareness in the public was intermediate due medium past environmental changes, medium understanding of complexity but particularly due to a low sense of sustainable solutions. Nonetheless, risk governance analysis demonstrated a rational acknowledgement of the coastal risks. This means that the risks are known and considered, but the knowledge about sustainable solutions is insufficient, pointing out an information dissemination problem.
3. The public also perceived low institutional performance in terms of coastal risk prevention, management and adaptation. While the vast majority perceived a null or low level of adaptation or preparedness for incoming coastal changes, the necessity of adaptation and preparedness appeared obvious to the majority. Nonetheless, this low performance appeared grounded, as observed in 1) the lack of planning for protective/adaptive measures, 2) a missing sensitivity to coast type and to erosion in protection measures regulation and in future development regulations, 3) the absence of regulation and planning for protection structures (left to the asset owners) which decrease the natural resilience (and the willingness to collaborate). We identified strong institutional structures and processes for integrated coastal management, such as the coastal forum and the flood planning directive, that were unknown from the public, indicating again a communication and dissemination problem. In the end, the few existing aspects supporting ICZM, which would benefit from being more disseminated, do not compensate the missing aspects and thus justify the representation of low institutional performance by the public.

4. The analysis of risk governance representations revealed a reluctant attitude towards the institutions from the public. The citizens were not currently feeling included in decision-making but their desire to collaborative was manifest. On one side, the feeling of exclusion from decision-making was partially explained by a diversion factor (cultural tensions) and by low communication of the coastal public stakes (e.g. loss of public access, threatened economic activity, etc.). This exclusion feeling was confirmed accurate in three different ways: 1) the community-based inputs are nearly absent in the planning process, 2) the institutional actors mapping confirms the exclusion of local actors and 3) the managers' representation of collaborative scheme scored the citizens groups in low categories (coastal citizens as secondary actors and non-coastal as marginal actors). On the opposite side to this exclusion, a genuine willingness to participate was expressed in the public's desired collaborative scheme, scoring coastal residents as major actors and non-coastal residents as secondary actors in architecture. Other said, the citizens feel excluded, the managers exclude them but there is a desire to be part of decision-making.

Hence, the method allowed identifying socio-economical contributors to local coastal vulnerability in Kilkeel. Further than a simple accumulation of factors, some could constitute a causal chain: the two main institutional failures on multidisciplinary and participation combine to decrease the risk awareness and build an accurate feeling of exclusion from decision-making, altogether they raise the expectation towards the authorities, the later face deception of institutional performance and justify misunderstandings about the role devolved to citizen groups. This appears confirmed by the recent vindications of the citizens, following the 2014 erosive winter, that claimed to prevent "further environmental damages" – erosion, understood as if the authorities had the power to take action to stop erosion and stabilize the whole shoreline (Mourne Observer, 2014-03-25). Conversely, the risk awareness is sufficiently high for the public to acknowledge the importance of risks and of

adaptation. This realisation is greater than their reluctance against institutions and explains why the citizens strongly support a collaborative-participative scheme in their desired risk governance representation. This support constitutes an opportunity to impede the failures by implementing two key strategies of coastal management: 1) an integrated and long-term perspective, and 2) a community empowerment strategy, from communication towards active participation of civil-society. Both of those are fundamental principles of a sustainable management. Both call for raising collaboration: the first between departments to overcome the disciplinary leadership and the second across scales, embracing the local actors, including civil-society groups. Nonetheless, active participation of all actors should not be set as an instantaneous target; building over time a continuum of participation steps towards power sharing would be more realistic, which inevitably starts with a communication and dissemination plan.

In the end, we performed a vulnerability diagnosis in Kilkeel with high precision and complexity, and yet a synthetic perspective. Since the last scientific considerations for this community, except in any field of fisheries, dated back to the 1970's, this constitutes a major contribution that will hopefully raise the interest of scientists and civil-society. Moreover, the preliminary results were well-received by the community. The method has the potential of being repeated in other communities, advantageously builds a cross-level network and its participative dimension allowed identifying local champions for future collaborative coastal management and making the residents feel involved about the topic. It is above all pertinent for the managers as it identifies in a way adapted to their abilities the root factors of vulnerability at various scales or dimensions and thus identifies a portfolio where actions could most reduce the vulnerability.

Acknowledgments

This project would not have been possible without the generous participation of Kilkeel, Avignon (Quebec) and Chipiona (Spain) residents and practitioners. We acknowledge the financial support of NSERC and FRQNT through scholarships to UBV, of the Québec government's Cadre de prévention des principaux risques naturels, of the Centre for Northern studies (field activities). This work is also a contribution to the project GERICO (CGL2011-25438) (Spanish National R & D Program) and project RNM-6547 (Andalusian Excellence Research Program).

References

- Anderies, J.M., Janssen, M.A., Ostrom, E., 2004. A Framework to Analyze the Robustness of Social-ecological Systems from an Institutional Perspective. *Ecol. Soc.* 9, 18.
- Are, F.E., Grigoriev, M.N., Hubberten, H.-W., Rachold, V., 2005. Using thermoterrace dimensions to calculate the coastal erosion rate *Geo-Marine Letters* 25, 121-126.
- Barry, R., Beatty, R., Donnelly, D., Marshall, D., 2005. Household Projections for Northern Ireland: 2002-2025, A National Statistics Publication. Northern Ireland Statistics & Research agency, Belfast, Northern Ireland, pp. 49 p., consulted online 2015/2007/2001, http://www.nisra.gov.uk/archive/demography/population/household/household_project.pdf.
- Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., Magri, O., Meza, P., 2009. Assessing regional geodiversity: the Iberian Peninsula. *Earth Surface Processes and Landforms* 34, 1433-1445.
- Bernatchez, P., Dubois, J.-M.M., 2004. Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien. *Géographie Physique et Quaternaire* 58, 45-71.
- Bernatchez, P., Fraser, C., Dugas, S., Drejza, S., 2012. Marges de sécurité en érosion côtière : évolution historique et future du littoral de la MRC d'Avignon, Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rimouski, Report prepared for Quebec Public Security Dpt.

- Bernatchez, P., Fraser, C., Lefaiivre, D., Dugas, S., 2011. Integrating anthropogenic factors, geomorphological indicators and local knowledge in the analysis of coastal flooding and erosion hazards. *Ocean & Coastal Management* 54, 621-632.
- Bernatchez, P., Friesinger, S., unpublished. Caractérisation côtière et effets de l'artificialité sur les plages des secteurs de Pointe-aux-Loups et de la baie de Plaisance, Îles-de-la-Madeleine. Université du Québec à Rimouski, 88.
- Boruff, B.J., Emrich, C., Cutter, S.L., 2005. Erosion Hazard Vulnerability of US Coastal Counties. *Journal of Coastal Research* 215, 932-942.
- Boyer, G., Morin, M., Lortie, P.B., Roy, M.-A., 2014. Oser faire autrement : Rapport de l'étude des besoins au regard des ITSS et du travail en RLS. . MSSS, CSSS-IUGS, Sherbrooke.
- Boyer-Villemaire, U., sub. 2014. Governance Perception of Citizens and Managers in Coastal Communities facing Climate Hazards and Changes in Canada, UK and Spain. *Ocean & Coastal Management*.
- Boyer-Villemaire, U., Benavente, J., Cooper, A., Bernatchez, P., 2014a. Analysis of power distribution and participation in sustainable natural hazard risk governance: a call for active participation. *Journal of Environmental Hazards: Human and policy dimensions* 13, 38-57.
- Boyer-Villemaire, U., Bernatchez, P., Benavente, J., Cooper, J.A.G., 2014b. Quantifying community's functional awareness of coastal changes and hazards from citizen perception analysis in Canada, UK and Spain. *Ocean & Coastal Management* 93, 106-120.
- Brooks, N., Neiladger, W., Mickkelly, P., 2005. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change Part A* 15, 151-163.
- Brown, G., Reed, P., 2009. Public Participation GIS: A New Method for Use in National Forest Planning. *Forest Science* 55, 166-182.
- Burton, I., Kates, R.W., 1964. The Perception of Natural Hazards in Resource Management. *Nat. Resources J.* 3, 412-441.
- Casey, J., 2009. Development of Ireland's coastal protection strategy, in: Ireland, G.S.o. (Ed.), *Landslides Workshop*, Dublin, April 21, 2009.

- Castedo, R., Murphy, W., Lawrence, J., Paredes, C., 2012. A new process-response coastal recession model of soft rock cliffs. *Geomorphology* 177, 128-143.
- Cooper, J., Pilkey, O., 2004. Sea-level rise and shoreline retreat: time to abandon the Bruun Rule. *Global and Planetary Change* 43, 157-171.
- Cooper, J.A.G., Pilkey, O.H., (eds.) 2012. *Pitfalls of Shoreline Stabilization: Selected Case Studies*. Springer, Dordrecht.
- Cutter, S., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., Webb, J., 2008a. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change* 18, 598-606.
- Cutter, S.L., 1996. Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography* 20, 529-539.
- Cutter, S.L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., Webb, J., 2008b. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change* 18, 598-606.
- Cutter, S.L., Boruff, B.J., Shirley, W.L., 2003. Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly* 84, 242-261.
- Davidson-Arnott, R.G.D., 2005. Conceptual Model of the Effects of Sea Level Rise on Sandy Coasts. *Journal of Coastal Research* 216, 1166-1172.
- Dawson, R.J., Dickson, M.E., Nicholls, R.J., Hall, J.W., Walkden, M.J.A., Stansby, P.K., Mokrech, M., Richards, J., Zhou, J., Milligan, J., Jordan, A., Pearson, S., Rees, J., Bates, P.D., Koukoulas, S., Watkinson, A.R., 2009. Integrated analysis of risks of coastal flooding and cliff erosion under scenarios of long term change. *Climatic Change* 95, 249-288.
- Del Río, L., Gracia, F.J., 2009. Erosion risk assessment of active coastal cliffs in temperate environments. *Geomorphology* 112, 82-95.
- Del Río, L., Gracia, F.J., Benavente, J., 2013. Shoreline change patterns in sandy coasts. A case study in SW Spain. *Geomorphology* 196, 252-266.
- Devoy, R.J.N., 2008. Coastal Vulnerability and the Implications of Sea-Level Rise for Ireland. *Journal of Coastal Research* 242, 325-341.
- Diez, P.G., Perillo, G.M.E., Piccolo, M.C., 2007. Vulnerability to Sea-Level Rise on the Coast of the Buenos Aires Province. *Journal of Coastal Research* 231, 119-126.

- Dolan, A.H., Walker, I.J., 2004. Understanding vulnerability of coastal communities to climate change related risks *Journal of Coastal Research* SI39, ICS 2004 Proceedings, 1317-1324.
- Doody, J.P., 2004. 'Coastal squeeze' – an historical perspective. *Journal of Coastal Conservation* 10, 129-138.
- Eakin, H., Luers, A.L., 2006. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. *Annual Review of Environment and Resources* 31, 365.
- European Commission, 2007-11-06. Directive 2007/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks. *Official Journal of the European Union* L 288, 28-34.
- Füssel, H.M., 2007. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environ. Chang.* 17, 155-167.
- Gallien, T.W., Sanders, B.F., Flick, R.E., 2014. Urban coastal flood prediction: Integrating wave overtopping, flood defenses and drainage. *Coastal Engineering* 91, 18-28.
- Hackney, C., Darby, S.E., Leyland, J., 2013. Modelling the response of soft cliffs to climate change: A statistical, process-response model using accumulated excess energy. *Geomorphology* 187, 108-121.
- Hart, D.E., Knight, G.A., 2009. Geographic Information System Assessment of Tsunami Vulnerability on a Dune Coast. *Journal of Coastal Research* 251, 131-141.
- Hegde, A.V., Reju, V.R., 2007. Development of Coastal Vulnerability Index for Mangalore Coast, India. *Journal of Coastal Research* 23, 1106-1111.
- Hemmati, M., Dodds, F., Enayati, J., McHarry, J., 2002. *Multi-stakeholder Processes for Governance and Sustainability: Beyond Deadlock and Conflict*. Earthscan, London, Sterling, VA.
- Hinkel, J., 2005. DIVA: an iterative method for building modular integrated models. *Adv. Geosci.* 4, 45-50.
- Hinkel, J., 2011. "Indicators of vulnerability and adaptive capacity": Towards a clarification of the science-policy interface. *Global Environmental Change* 21, 198-208.

- IPCC CZMS, 1992. A common methodology for assessing vulnerability to sea-level rise-second revision: Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Report of the Coastal Zone Management Subgroup, Response Strategies Working Group of the Intergovernmental Panel on Climate Change, The Hague, The Netherlands.
- Jačková, K., Romportl, D., 2008. The relationship between geodiversity and habitat richness in Šumava national park and
- Křivoklátsko PLA (Czech Republic): A quantitative analysis approach. *Journal of Landscape Ecology* 1, 23-38.
- Jones, B.M., Arp, C.D., Jorgenson, M.T., Hinkel, K.M., Schmutz, J.A., Flint, P.L., 2009. Increase in the rate and uniformity of coastline erosion in Arctic Alaska. *Geophysical Research Letters* 36, n/a-n/a.
- Juhola, S., 2014. Assessing Adaptive Capacity of Cities and Regions: Concerns Over Methodology and Usability, *Sustainable Cities and Military Installations*. Springer, pp. 49-62.
- Karmaoui, A., Messouli, M., Yacoubi Khebiza, M., Ifaadassan, I., 2014. Environmental Vulnerability to Climate Change and Anthropogenic Impacts in Dryland, (Pilot Study: Middle Draa Valley, South Morocco). *Journal of Earth Science & Climatic Change* S11, 12.
- Kofinas, G.P., Stuart Chapin, F., 2009. 3. Sustaining Livelihoods and Human Well-Being during Social–Ecological Change, in: Folke, C., Kofinas, G.P., Stuart Chapin, F. (Eds.), *Principles of Ecosystem Stewardship*. Springer, New York, NY, USA, pp. 55-76.
- Kont, A., Jaagus, J., Aunap, R., Ratras, U., Rivas, R., 2008. Implications of Sea-Level Rise for Estonia. *Journal of Coastal Research* 242, 423-431.
- Le Cozannet, G., Garcin, M., Yates, M., Idier, D., Meyssignac, B., 2014. Approaches to evaluate the recent impacts of sea-level rise on shoreline changes. *Earth-Science Reviews* 138, 47-60.
- Lemieux, C.J., Thompson, J.L., Dawson, J., Schuster, R.M., 2013. Natural resource manager perceptions of agency performance on climate change. *Journal of Environmental Management* 114, 178-189.
- Llasat, M.C., López, L., Barnolas, M., Llasat-Botija, M., 2007. Flash-floods in Catalonia: the social perception in a context of changing vulnerability. *Adv. Geosci.* 17, 63-70.

- Maru, Y.T., Stafford Smith, M., Sparrow, A., Pinho, P.F., Dube, O.P., 2014. A linked vulnerability and resilience framework for adaptation pathways in remote disadvantaged communities. *Global Environmental Change* 28, 337-350.
- McFadden, L., Nicholls, R., Penning-Rowsell, E., 2007. *Managing Coastal Vulnerability*. Elsevier, Amsterdam.
- McGreal, W.S., 1979. Cliffline Recession near Kilkeel N. Ireland; An Example of a Dynamic Coastal System. *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography* 61, 211-219.
- McGreal, W.S., Gardiner, T., 1977. Short-Term Measurements of Erosion from a Marine and a Fluvial Environment in County Down, Northern Ireland. *Area* 9, 285-289.
- McLaughlin, S., 2001. Assessment and development of a coastal vulnerability index for Northern Ireland employing GIS techniques, Faculty of Science. University of Ulster, Coleraine, Northern Ireland, p. 7 chap.
- McLaughlin, S., McKenna, J., Cooper, J.A.G., 2002. Socio-economic data in coastal vulnerability indices: constraints and opportunities. *Journal of Coastal Research* SI 36 487-497.
- Menoni, S., Molinari, D., Parker, D., Ballio, F., Tapsell, S., 2012. Assessing multifaceted vulnerability and resilience in order to design risk-mitigation strategies. *Natural Hazards* 64, 2057-2082.
- Meur-Férec, C., Deboudt, P., Morel, V., 2008. Coastal Risks in France: An Integrated Method for Evaluating Vulnerability. *Journal of Coastal Research* 24, 178-189.
- Morissette, A., 2007. Évolution côtière haute résolution de la région de Longue-Rive-Forestville, Côte-Nord de l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Université du Québec à Rimouski, Rimouski, p. 286.
- Mourne Observer, 2014-03-25. Resident calls for urgent action over coastal erosion. Mourne Observer [online 2014/10], <http://www.mourneobserver.com/news/general-news/resident-calls-for-urgent-action-over-coastal-erosion.html>.
- NI Water, s.d. Silent Valley: Peace. Solitude. Adventure. North Ireland Water s.l., 14, <http://www.niwater.com/sitefiles/resources/pdf/silent-valley-information-leaflet.pdf>.

- NISRA - Northern Ireland Statistics and Research Agency, 2005. Northern Ireland Census 2001 Key Statistics for settlements. Department of Finance and Personnel.
- NISRA - Northern Ireland Statistics and Research Agency, 2013. Dwelling type by accommodation type by household space type by electoral ward, Census 2011: Detailed Characteristics for Northern Ireland on Housing, Labour Market and Voluntary Work. NISRA, Statistics bulletin, pp. 79, http://www.nisra.gov.uk/Census/detailedcharacteristics_stats_bulletin_73_2011.pdf.
- O'Faircheallaigh, C., 2010. Public participation and environmental impact assessment: Purposes, implications, and lessons for public policy making. *Environmental Impact Assessment Review* 30, 19-27.
- Orford, J.D., McFadden, L., 2002. 4.1.3 Coastal and flood defence, in: Smyth, A., Montgomery, W.I., Favis-Mortlock, D., Allen, S. (Eds.), *Implications of Climate Change for Northern Ireland: Informing Strategy Development*. SNIFFER, Belfast, pp. 64-71.
- Paul, S.K., 2014. Vulnerability Concepts and its Application in Various Fields: A Review on Geographical Perspective. *Journal of Life and Earth Science* 8, 63-81.
- Resnik, D.B., 2003. Is the precautionary principle unscientific? *Stud. Hist. Phil. Biol. & Biomed. Sci.* 34, 329-344.
- Rowe, G., Frewer, L.J., 2005. A typology of public engagement mechanisms. *Science Technology and Human Values* 30, 251-290.
- Shaw, G., 2009. Chapter 8: The Hazards Risk Management Process, in: Pine, J.C. (Ed.), *Natural Hazards Analysis*. Auerbach Publications, Boca Raton, FL (consulted as ebook), pp. 193-220.
- Snoussi, M., Ouchani, T., Niazi, S., 2008. Vulnerability assessment of the impact of sea-level rise and flooding on the Moroccan coast: The case of the Mediterranean eastern zone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77, 206-213.
- Sterr, H., Klein, R., Reese, S., 2003. *Climate Change and Coastal Zones: An Overview of the State of the Art on Regional and Local Vulnerability Assessment*. Fondazione Eni Enrico Mattei.

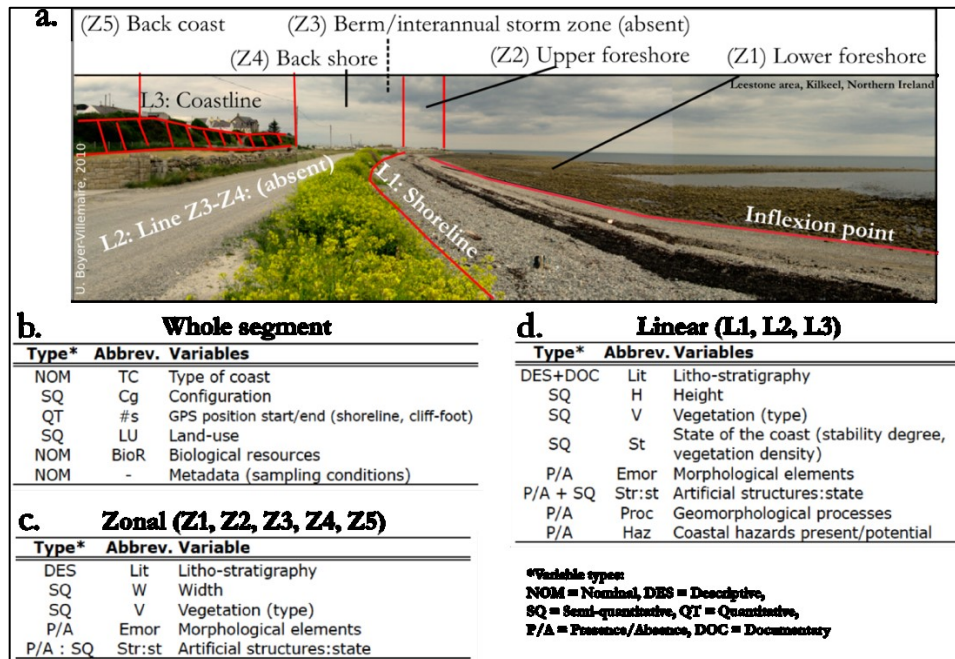
- Sweet, D., Seager, T.P., Tylock, S., Bullock, J., Linkov, I., Colombo, D., Unrath, U., 2014. Sustainability Awareness and Expertise: Structuring the Cognitive Processes for Solving Wicked Problems and Achieving an Adaptive-State. Springer.
- Taranaki Regional Council, 2009. Coastal Erosion Information: Inventory and recommendations for state of environment monitoring in: Taranaki Regional Council (Ed.). Taranaki Regional Council, , Stratford, NZ, p. 77.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., Ergul, A., 2009. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0— An ArcGIS extension for calculating shoreline change. U.S. Geological Survey, Open-File Report 2008-1278, 1 p.
- Thieler, R.E., Hammer-Klose, E.S., 1999. National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast. Woods Hole, MA: United States Geological Survey (USGS), Open-File Report 99-593, 1 p.
- Thomalla, F., Vincent, C.E., 2003. Beach response to shore-parallel breakwaters at Sea Palling, Norfolk, UK. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56, 203-212.
- Turner, B.L., 2003. Science and Technology for Sustainable Development Special Feature: A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100, 8074-8079.
- UK Office for National Statistics, 2013a. 2. Summary Results, 2012-based National Population Projections. UK Office for National Statistics, , London, UK, pp. 34 p., visited online 2015/2007/2001 http://www.ons.gov.uk/ons/dcp171776_334073.pdf.
- UK Office for National Statistics, 2013b. Population and Household Estimates for the United Kingdom, March 2011. UK Office for National Statistics, London, UK, pp. 15 p., visited online 2015/2007/2001 http://www.ons.gov.uk/ons/dcp171778_304116.pdf.
- UNGA, 1992. Report of the United Nations Conference on Environment and Development, A/CONF.151/26 (Vol. I), in: UNGA (Ed.). UNDESA/UNSD, Rio, pp. Consulted Online, 2011/2003, UNDESA, last updated 2000-2001-2012, <http://www.un.org/en/development/desa/index.html>.
- UNISDR, 2009. 2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. UNISDR, Geneva, 30.

- UNISDR, ITC, UNDP, 2010. Local Governments and Disaster Risk Reduction: Good Practices and Lessons Learned: A contribution to the “Making Cities Resilient” Campaign. United Nations, Geneva, p. 69.
- Van Asch, T., Corominas, J., Greiving, S., Malet, J.-P., Sterlacchini, S., (eds.), 2014. Mountain Risks: From Prediction to Management and Governance. Springer, Amsterdam, The Netherlands.
- Walkden, M., Hall, J., 2005. A predictive mesoscale model of the erosion and profile development of soft rock shores. *Coastal Engineering* 52, 535-563.
- Watts, M.J., Bohle, H.G., 1993. The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine. *Progress in Human Geography* 17, 43-67.

Appendix I. Coastal geomorphological classification

The coastal geomorphological classification is based on whole segment, zonal and linear variables (figure I.1). Each variable is supported by many values exposed in the legend (table I.1). Coastal segment divisions are determined where one of these variables display a change larger than 15 m (excluding GPS position, land-use and biological resources). Onsite digital photography supports the method, with pictures taken at segment start, middle (seaside & landside), and end. Originally in French, this method was modified, translated in English and Spanish and illustrated from Bernatchez and Friesinger (unpublished) and Morissette (2007). The legend is below and the original Excel sheet can be downloaded from https://www.researchgate.net/publication/282670816_Semi-quantitative_coastal_classification_legend?ev=prf_pub.

Figure I.1. Coastal geomorphological classification



Abbrev. = abbreviation of variable name. A. Illustration of the lines and zones covered by the classification. B. Segment-scale attributes. C. Zonal variables. D. Linear variables.

Table I.1. Coastal classification legend

a. Type of coast* (Type de côte*) Tipo de costa*	
Deltaic (Deltaïque) <i>Deltaica</i>	d
Dune (Dunaire) <i>Duna</i>	du
Stream exit (Exutoire d'un cours d'eau) <i>Salida de río</i>	ece
Rocky cliff (Falaise rocheuse) <i>Acantilado rocoso</i>	fr
Litoral spit system (Flèche littorale) <i>Flecha litoral</i>	fl
Rocky glacial (Glaciaire rocheux) <i>Glaciar rocoso</i>	gr
Glacial till (Glaciaire till) <i>Till glaciar</i>	gt
Glacio-marine (Glacio-marín) <i>Glacio-marino</i>	gm
Intertidal clay cliff (Falaise argileuse intertidale) <i>Acantilado de arcilla intertidal</i>	fai
Marine clay cliff (Falaise argileuse marine) <i>Acantilado de arcilla marina</i>	fam
Salt marsh (Marais maritime) <i>Marisma marítima</i>	mm
Rocky without cliff (Rocheuse sans falaise) <i>Rocoso sin acantilado</i>	rsf
Beach terrace (Terrasse de plage) <i>Terraza de playa</i>	tp
Tombolo (Tombolo) <i>Tombolo</i>	to
b. Coastal state (État de la cote) Estado de la costa	
Active: erosion (Active: érosion) <i>Activa erosión</i> (<25% vege.)	a
Semi-vegetalized (Semi-végétalisée) <i>Semi-vegetalizada</i> (25-75% vege.)	sv
Vegetalized: stable (Végétalisée: stable) <i>Vegetalizada: estable</i> (>75% vege.)	v
Accumulation (Accumulation) <i>Accumulación</i>	acc
c. Landuse & Activ.	
Agricultural (Agricole) <i>Agrícola</i>	agr
Small forest (Boisé) <i>Pequeño bosque</i>	b
Camping (Camping) <i>Cámping</i>	cam
Field (Champs) <i>Campo</i>	ch
Commercial (Commercial) <i>Comercial</i>	co
Forestry (Forestier) <i>Forestal</i>	for
Industriel (Industriel) <i>Industrial</i>	ind
Marsh/Swamp (Marécage) <i>Pantano</i>	mh
Recreational (Récréatif) <i>Recreativo</i>	réc
Residential (Résidentiel) <i>Residencial</i>	rés
Road, gravel road (Route, chemin) <i>Ruta, camino</i>	rte
Peat bog (Tourbière) <i>Turbosa</i>	t
Leisure area (Villégiature) <i>Espacio veraneo</i>	vil
d. Ressources biolo/habitats	
Mollusc bank (Bancs de mollusques) <i>Banco de moluscos</i>	bm
Bird colony (Colonie d'oiseaux) <i>Colonia de pájaros</i>	co
Spawning ground (Frayère) <i>Desovadero</i>	f
Zostera herbarium (Herbier de zostère) <i>Herbario de zostera</i>	hz
Marsh/Swamp (Marécage) <i>Pantano</i>	ma
Nesting area (Site de nidification) <i>Sitio de nidificación</i>	sn
Peat bog (Tourbière) <i>Turbosa</i>	t
Salt marsh (Marais maritime) <i>Marisma marítima</i>	mm
e. Litho. & strati.*	
Clay (Argile) <i>Arcillas</i> (< 4 microns)	ag
Boulder (Bloc) <i>Bloques</i> (>256 mm)	bl
Shells (Coquillage) <i>Conchas</i>	coq
Slope deposit (Dépôt de versant) <i>Depósito de pendiente</i>	dv
Gravel (Gravier) <i>Gravela</i> (2-64 mm)	g
Pebble (Galet) <i>Canto rodado</i> (64-256 mm)	ga
Humus - forest (<i>Humus</i>)	hf
Org. matter (Mat.organique) <i>Mat.orgánica</i>	mo
Crystall. rock (Roche cristall.) <i>Roca cristall.</i>	r
Wood wastes (Résidus bois) <i>Residuos de madera</i> (anthropic.)	rbo
Embankement (Remblais) <i>Terraplén</i>	rem
Sedim. rock (Roche sédim.) <i>Roca sedim.</i>	rs
SAND (Sable) <i>Arenas</i> (63 µm-2 mm)	s
V.f. & fine SAND (Sable t. f. & fin) <i>Arenas m. f. & finas</i> (0,062 - 0,25 mm)	sfi
Coarse & v.c. SAND (Sable gros. & t.gros.) <i>Arenas gross. & m.gross.</i> (0,5-2mm)	sg
Silt-limon (Silt-limon) <i>Silt-limo</i> (4 - 62 µm)	si
Medium SAND (Sable moyen) <i>Arenas medias</i> (0,25 - 0,5 mm)	sm
Peat (Tourbe) <i>Túrba</i>	t
Ooze (Vase) <i>Cieno</i> (marsh)	v
f. Width (Largeur) Anchura	
Almost absent (Quasi-absente) <i>Casi ausente</i> (<5 m)	qa
V. narrow (Tr. étroite) <i>Muy estrecha</i> (5-10 m)	té
Narrow (Étroite) <i>Estrecha</i> (10 - 15 m)	é
Medium (Moyenne) <i>Media</i> (15-20 m)	m
Large (Large) <i>Larga</i> (20-30 m)	l
V. large (Tr. large) <i>Muy larga</i> (>30 m)	tl
g. Height (Hauteur) Altura	
No cliff (Sans falaise) <i>Sin acantilado</i>	sf
Microcliff (Microfal.) <i>Micro acant.</i> (<1.5 m)	mf
Low (Basse) <i>Baja</i> (1.5-5 m)	b
Medium (Moyenne) <i>Media</i> (5-10 m)	m
High (Haute) <i>Alta</i> (10-20 m)	h
V. high (Tr. haute) <i>Muy alta</i> (>20 m)	th
h. Vegetation type (Type de végétation) Tipo de vegetación	
Herbs (Herbacé) <i>Hierbas</i>	her
Shrub (Arbuste) <i>Arbustos</i>	arb
Tree (Arbre) <i>Árboles</i>	a
Peat bog (Tourbière) <i>Turbosa</i>	t
Comments	
Whole segment = tables a, b, c, d.	
Zonal variables = e, f, h, i, j, k.	
Linear variables = e, g, h, j, k, l, m.	
* double coast types or litho-strati. if necessary; Ex: fl-mm for spit & salt marsh	
* add precision about rocky base or soft top thickness	
* when rocky base >50% of height = ex. "fr-d" for rocky cliff & deltaic	
* when soft top >50% of height = Ex. "d-br" for deltaic & soft base	
* when rocky base >1m, add "br" to coast type	
* when soft top >1m, add type of deposit, ex. deltaic or "som" if undetermined	

(bold = english; (normal) = français; *italic* = español)

Table I.1 Coastal classification legend (continued)

i. Morphol.	
Rocky outcrop (Affleurements rocheux) <i>Afloramiento de roca</i>	aroc
Arch (Arche) <i>Arco</i>	arc
Flooding banks (Bancs de débordements) <i>Bancos de inundación</i>	bd
Longitudinal river banks (Bancs longitudinaux - rivière) <i>Bancos longitudinales fluviales</i>	blon
Transversal river banks (Bancs transversaux de rivière) <i>Bancos transversales fluviales</i>	bt
Rockfall blocs (Blocs d'effondrement) <i>Bloques de derrumbe</i>	ble
Blocs from drift-ice (Blocs glaciels) <i>Bloques de hielo a la deriva</i>	bg
Blow-out depression (Caoudeyre) <i>Caldera</i>	c
Soft water canal (Chenal d'eau douce) <i>Canal de agua dulce</i>	ched
Tidal canals/inlet (Chenaux de marée) <i>Canales de marea</i>	chm
Drift-ice hole (Cicatrice glacielle) <i>Agujero del hielo a la deriva</i>	cg
Alluvial fan (Cône de déjection) <i>Cono de deyección</i>	cd
Transgressive cordon (Cordon transgressif) <i>Cordón transgresivo</i>	ct
Crests and furrows (Crêtes et sillons) <i>Crestas y surcos</i>	cs
Intertidal depression (Cuvette intertidale) <i>Agujera intertidal</i>	cu
Organic tidal wastes (Débris organiques, laisse de marée) <i>Residuos orgánicos de marea</i>	do
Subaquatic delta (Delta subaquatique) <i>Delta subacuático</i>	ds
Dune (Dune) <i>Duna</i>	du
Stumbling rock (Écueil) <i>Escollo (>1 m-high)</i>	écu
Cave (Grotte) <i>Cueva</i>	gro
Transgressive lobe (Lobe transgressif) <i>Lóbulo transgresivo</i>	lt
Humid area (Milieu humide) <i>Medio húmedo</i>	mh
Natural pool (Mouille dans un estuaire) <i>Piscina natural</i>	moui
Pillar (Pilier) <i>Pilar</i>	pil
Elevated beach (Plage soulevée) <i>Playa elevada</i>	ps
Pond (Plan d'eau) <i>Estanque/Laguna</i>	pd
Comet tail (Queue de comète) <i>Cola de cometa</i>	qc
Threshold in estuary (Seuil estuarien) <i>Umbral</i>	se
j. Coast. struct. (Infra. côtières) Estruct. Costeras	
Dyke (aboiteau) <i>Dique</i>	a
Dumped blocs (blocs déversés) <i>Bloques tirados</i>	bd
Breakwater (brise-lame) <i>Rompeolas</i>	blam
Pillars retaining floating waste in estuary (caissons) <i>Caja para acajar restos flotante en estuario</i>	c
Drainage pipe (calvette) <i>Caño de drenaje</i>	cal
Organic screen (branches, trunks, etc.) <i>Cortina orgánica</i>	éo
Rip-rap (enrochement) <i>Armadura de piedra</i>	enr
Wood groyne (épis de bois) <i>Espigón de madera</i>	épb
Rocky groyne (épis rocheux) <i>Espigón de piedra</i>	épr
Stairs (escalier) <i>Escalera</i>	es
Large rocky groyne, below LWM (Jetée rocheuse) <i>Espigón de piedra bajo NMB</i>	jr
Concrete seawall (Muret béton) <i>Murete de hormigón</i>	mbt
Wood seawall (Muret bois) <i>Murete de madera</i>	mbo
Rocky seawall (Muret pierres) <i>Murete de piedra</i>	mpi
Harbour, multiple elements (Portuaire, multiple)	pmu
Quay/wharf (Quai) <i>Muelle</i>	q
Sliding ramp (rampe mise à l'eau) <i>Rampa de acceso</i>	rme
Artificial embankment/filling (remblais) <i>Terraplén artificial</i>	rem
Fence (Clôture) <i>Valla</i>	clo
Gabions (Gabions) <i>Caja llena de guijarros</i>	gb
k. State def. struct. (État infra.) Estado estruct.	
Good (Bon) <i>Bueno</i> (75-100 %)	b
Partially damaged (Partiellement endommagé) <i>Apisonado parcial</i> (50-75 %)	pe
V. Damaged (Tr. Endommagé) <i>Muy apisonado</i> (25-50 %)	te
Completely damaged (Totallement endommagé) <i>Apisonado completo</i> (0-25 %)	ce
l. Geomorph. Process. & Element.	
Drainage incl. pipe (Drainage incl. tuyau) <i>Drenaje incl. tubo</i>	cd
Clay flow (Coulée argileuse) <i>Flujo de arcilla</i> (>10 m prof.)	ca
Mud flow (Coulée boueuse) <i>Flujo de barro</i> (<10 m prof.)	cb
Dry sand flow (Coulée sable sec) <i>Flujo de arenas secas</i>	css
Ravine flow (Coulée en ravin) <i>Flujo en barranco</i> (méga)	cr
Tidal current (Courant marée) <i>Coriente de marea</i>	cm
River (Cours d'eau) <i>Rio</i>	ce
Cryogenic (Cryogénique) <i>Cryogenico</i>	cry
Aeolian erosion (Érosion éolienne) <i>Erosion eólica</i>	de
Dessiccation (Dessiccation) <i>Desección</i>	dec
Collapse/Rockfall (Éboulement/Éboulis) <i>Colapso/Derrumbe</i>	éb
Lateral toe effect (Effet de bout) <i>Efecto de punta</i>	efb
Organic overhang collapse (Effond. débord organique) <i>Derrum. capa colgante orgánica</i>	efdo
Collapse/Rockfall by blocks (effond./écroul. en bloc) <i>Derrumbe en bloque</i>	edb
Slab collapse/rockfall (Effond./écroul. en dalle) <i>Derrumbe en losa</i>	edd
Orstein collapse (Effondrement ortstein) <i>Derrumbe del ortstein</i>	orst
Wave notch (Encoche de vagues) <i>Muesca de olas</i>	efe
Aeolian transport/accumulation (Transport/accumulation éolienne) <i>Transporte/accumulación eólica</i>	éol
Frost splitting (Gélifraction) <i>Ruptura de congelación</i>	géli
Drift ice processes (Glaciel) <i>Acción del hielo a la deriva</i>	gl
Superficial landslide (Glissement superficiel) <i>Deslizamiento superficial</i>	gds
Plane landsliding (Glissement en plan) <i>Deslizamiento en plano (rocroc)</i>	gpl
Soft layer landslide (Glissement pelliculaire) <i>Deslizamiento capa/pellicular (softroc)</i>	gp
Rotational landslide (Glissement rotationnel) <i>Deslizamiento rotacional</i> (>10m)	gr
Nesting holes (Trou de nichage) <i>Agujero de nidificación</i>	nich
Picking marks (Traces de picorage) <i>Marcas de picar</i>	pic
Stalling (Piétinement) <i>Pisoteo</i>	pi
Anthropic extraction (Prélèvement anthropique) <i>Extracción antropica</i>	pr
Gully erosion (Ravinement, pluies) <i>Abarrancamiento</i>	rav
Resurgence, streaming (Ruissellement, résurgence) <i>Resurgencia, arroyada pluvial</i>	rc
Land submersion (Submersion des terres) <i>Sumersión del terren</i>	sub
Suffosion (Suffosion) <i>Sufosión</i>	su
Waves (Vagues) <i>Olas</i>	vg
ATV-Quad (Véhicule tout-terrain) <i>Motocicleta de cuatro ruedas</i>	vtt
m. Hazard (Aléas) Peligro	
Submersion-Flooding (Submersion) <i>Sumersión</i>	sub
Inundation (Inondation fluviale) <i>Inundación</i>	ino
Wave erosion (Érosion vagues) <i>Erosión para olas</i>	ér
Mass movement (Mouvement de masse) <i>Movimiento de masa</i>	mou
Rockfall (Chute de blocs) <i>Derrumbe de bloques</i>	chb
Suffosion (Suffosion) <i>Sufosión</i>	su

(bold = english; (normal) = français; *italic* = español)

References

- Bernatchez, P., Friesinger, S., unpublished. Caractérisation côtière et effets de l'artificialité sur les plages des secteurs de Pointe-aux-Loups et de la baie de Plaisance, Îles-de-la-Madeleine. Master thesis, Université du Québec à Rimouski, 88.
- Morissette, A., 2007. Évolution côtière haute résolution de la région de Longue-Rive-Forestville, Côte-Nord de l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Master thesis, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, p. 286.

Appendix II. Coastline migration projection method: security margins for a precautionary approach

The guiding principles and the assumptions are presented, followed by the selected method for projecting coastline migration.

II.1 Principles

In seeking for the right method for calibrating the coastline migration projections, there are three main factors that needed to be taken into account in.

P1. Temporal extent of period of coverage. The extent may influence the magnitude of the variations observed. This is based on signal principles in which longer periods display a smoothed signal, while shorter periods allow to see higher frequency variations. From a modern scale perspective, in Kilkeel, the coverage is quite high, with 150 yrs, going back to pre-industrial times (1834). With only three time points, this indicates a potential smoothing bias in the rates. However, it has the advantage of displaying long-term trends rather than decadal trends.

P2. Magnitude/mean rates of the whole area. Whether the whole area displays a sedimentary balance or not need to be taken into account in the calibration, because the general trend is likely to affect every point of the coastline at some point in time even if the rate at a single point is opposite to the general trend. For example, if the general mean is negative, a single point that has been accumulating is nonetheless exposed to reduced inputs in future times, which may result in stabilised or eroded coastline at this point. In Kilkeel, UK, over 150 yrs, the rates appeared stable. There is therefore no particular external pressure on the sub-segments.

P3. Drivers of erosion and of acceleration (and timing). Larger drivers of sedimentary balance can also influence the local rates, such as sea-level rise and

accelerated sub-aerial processes in soft cliffs coasts due to modified seasonal trends (ex. more winter rain rather than snow). Some may speak of "climate-related changes". Whether these effect are already affecting the landscape or they are expected to affect it will change the measures. In Kilkeel, according to a synthesis of regional studies, these effects are currently "low" compared to other study sites (Boyer-Villemaire et al., 2014b). This may partly be due to poor monitoring. Nonetheless, these effects are expected to increase at the regional scale for the future decades.

II.2 Assumptions

The underlying assumptions of a coastal migration projection method are the followings.

A1. Uncertainties on coastline position: Only "good quality" (resolution, systematic collection) and long-term datasets of coastline position, using a coastline change model would allow to project and to calibrate with certainty the future coastline position. In terms of data quality, such perfect datasets are not available at the study site (nor at any other) and the assumptions cannot be met. Perhaps in 100yrs from now if a rigorous monitoring would currently start. In terms of the potential of modelling coastline position, due to great complexity in the geodiversity, to anthropogenic structures and to other factors of uncertainty such as future regional conditions, the non-linear effects are numerous in coastline dynamics. Providing a thorough modelling of coastline position is not within the current range of the state of the art. Therefore, we have to deal with the fact that high precision future coastline position will not be available until satisfactory monitoring and modelling, the next century.

A2. Best estimate available: The benefits of providing vulnerability assessment under a precautionary approach (but with low certainty on coastline position) are greater than the potential harm of not estimating the coastline position in a vulnerability assessment. No matter the availability of data, there is still a need to account for risks of hazards in the current times. Let us recall that the purpose of this spatial vulnerability study is to estimate the amount/importance of assets concerned by potential future coastline changes, therefore, the ultimate objective is to survey the built assets and indirect spatial stakes relative to estimated coastline position, in order to identify potentially problematic areas/assets. A best estimate can nonetheless be calculated, but no matter the chosen method, it will imply subjective decisions to some extent.

II.3 Selection of an approach

Under these conditions, there are 3 potential approaches for the calibration of such estimations:

1. Qualitative expert driven calibration
2. Precautionary approach: using only linear rates + spatial security margins
3. Quantitative calibration: linear and accelerated projection calibration

First, even if it is the most renowned in modelling, the quantitative approach ought to be discarded due to reduced temporal coverages (see P1), which would produce uncertainties greater than the resulting values (see A2). Second, the qualitative expert-driven calibration can also be excluded due to its low reproducibility. Therefore, this leaves the precautionary approach. When selecting a reasonable expression of the erosion threat (example the past erosion rates) and reasonable precautionary measures (example land-based security margins), such approach would provide a valid scientific basis as argued by Resnik (2003). As for the threshold to

which the security margins are “reasonable”, using conservative vs. pessimistic scenarios would help appreciate where the threshold could be located. Other said, a conservative (optimistic) vision is that communities need to prepare for retreats at least equal to those known in the past and to an extreme event retreat, while pessimistic scenarios would comprise extra security margins to account for expected future changes. In more mathematical terms, the selected approach is the linear projection of past migration rates augmented by an event buffer, to which spatial security margins (5, 10, 50, 100 m) were added in more pessimistic scenarios of risk protection.

While being uncertain in terms of future coastline position (A1), it is nonetheless the best estimate available (A2) to prepare for future coastline migration. Therefore, there is a need to keep in mind that the projections are approximations and do not pretend to be of high spatial certainty. It also has the advantage of being easier to explain to end-users, which may increase its use and credibility.

II.4 Precautionary-based method for coastline migration projection

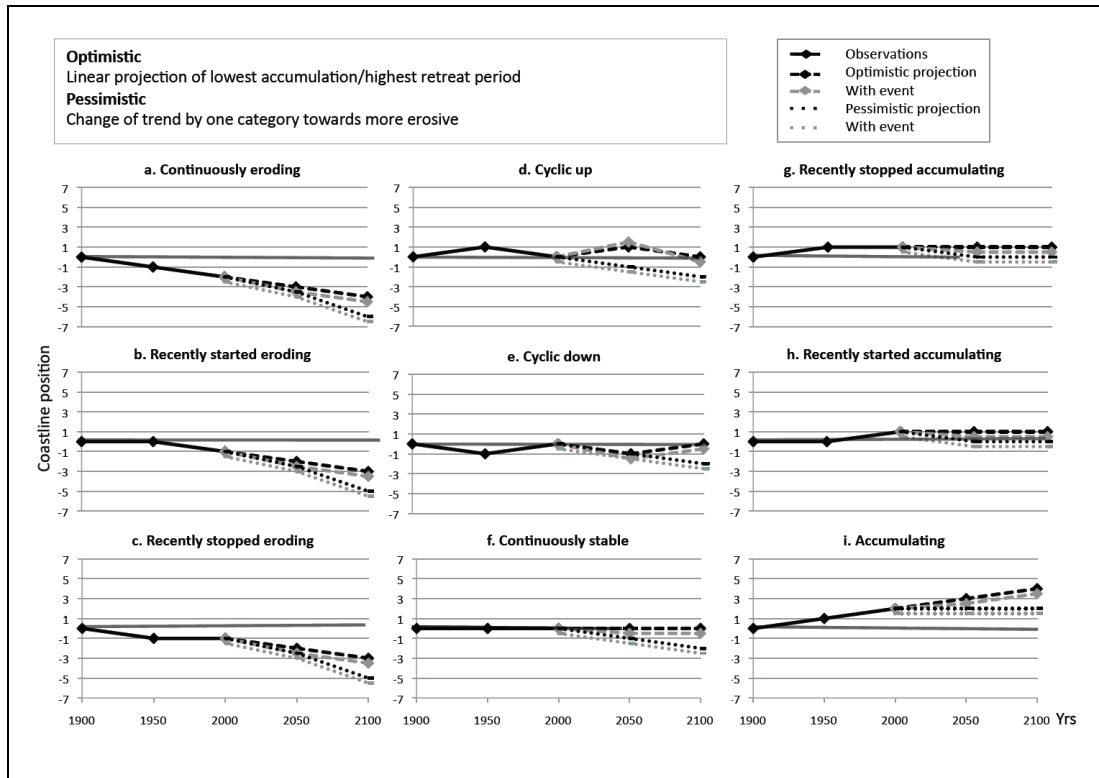
The inputs and main steps of the method are exposed below. The method is summarized in figure II.1, where case types were drawn. More details on the inputs and each step are presented below.

0) Inputs

- Spatial coastal classification of units, sub-units, segments and sub-segments of the study area;
- 7-points smoothed coastline migration rates, for each sub-unit, for each time interval (pre-recent: 1834/50-1970s, recent: 1970s-2006, or historical: 1834/50-2006).

Respect of coast type thresholds: Note that the smoothing was interrupted and started over at each coast type threshold.

Figure II.1. Case types of future coastline position estimate under optimistic and pessimistic apprehended changes of regional coastal sedimentary balance



The values were calculated for each sub-unit, after 7-points mobile mean, for each interval, based on 3 time-points, under conservative (optimistic) and pessimistic scenarios. Pessimistic scenarios assume that there is a change of trend by one category towards more erosive (accumulating => stable => erosive). Since no sub-unit displayed positive rate during all intervals in Kilkeel, all sub-units are expected either to remain stable or under erosion in future conditions.

Salt marsh exception: Note also that the rates exclude the salt marsh of Mill Bay, where an alternative method was used: surficial evolution of schorre, to estimate the erosive/accumulative trend, using the “add geometric measures” to the table of attributes of polygons in ArcGIS 10.

Exception in coverage: Note that unfortunately, there was only a single interval between Warrenpoint and Mill Bay (no 1975-2006) due to resource and data access constraints.

1) Select the most erosive interval (pre-recent, recent, or historical) at a given spatial unit

Given the previous EPR (end-point rates) generated by DSAS (see section 4.2.1), select the most erosive interval, based on statistics calculated at the sub-unit scale. This scale was selected because it is intermediate between the smallest sub-segments and the main hydrosedimentary units. It has the advantage of smoothing very local variations (for example due to the installation of a rocky armour installed by a coastal owner), but at the same time, it does not assume total homogeneity in a coastal unit. Stability was considered when rates are within the error of the method, established at ± 0.05 m/yr. From this selection of interval, generate a composite dataset with the corresponding EPR for each point of the study area, keeping the transect ID as an index for each point.

2) Project the point-based linear rates along spatial transects

Project spatially the smoothed (7-points mobile mean) evolution rates of the selected interval starting from most inland coastline position (most inward historical position; cliff-top when present), using transect azimuths and intersects for each point (previously generated by DSAS at each 15-m aground), for the selected future times (20 yrs, 50 yrs, 100 yrs) (figure II.2). The inputs are 1) the composite rates (EPR) for each point generated above and smoothed with a 7-points mobile mean, 2) the DSAS transects table of attribute and 3) the DSAS baseline table of attribute (to correct the transect azimuth if the baseline has multiple positions (seaward; landside)). The transect IDs remain the key Object ID of each point. The initial XY are the intersects between the most recent coverage and the transects. Then, project the future coastline

migration using simple trigonometric and mechanic equations: for a point on the coastline (X_0, Y_0), we calculated the migration rate $s(X_0, Y_0)$ and the azimuth of the coast normal A . We then can calculate the retreat distance $\Delta d(X_0, Y_0)$ with the following equation:

$$\Delta d(X_0, Y_0) = s(X_0, Y_0) * \Delta t \quad [\text{eq. II.1}]$$

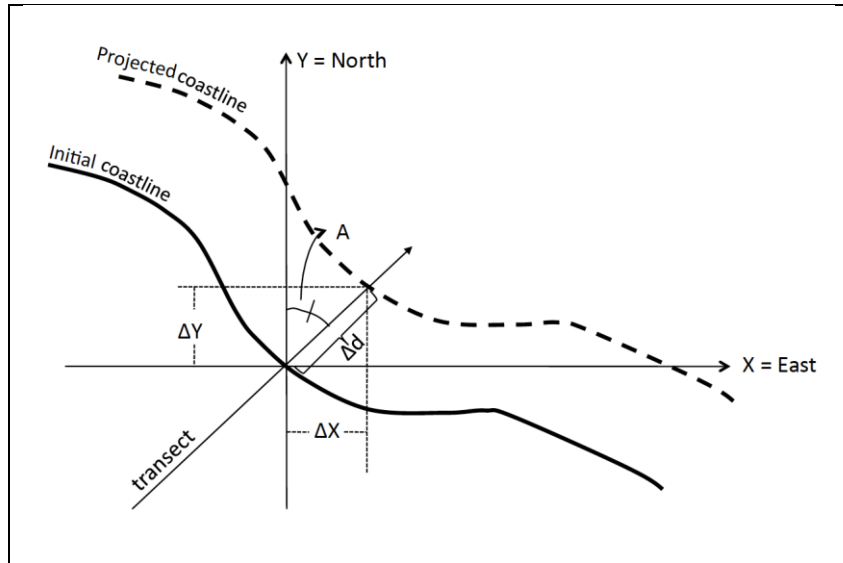
and the coastline projected position:

$$X_{\text{projected}} = X_0 + \Delta d_{(X,Y)} * \sin(A * \pi / 180) * -1 \quad [\text{eq. II.2}]$$

$$Y_{\text{projected}} = Y_0 + \Delta d_{(X,Y)} * \cos(A * \pi / 180) * -1 \quad [\text{eq. II.3}]$$

This method was used to project the coastline for various projection periods (20, 50, 100 yrs) [yrs].

Figure II.2. Illustration of coastline linear projection



3) Transform the projected points into coastal buffers

The aim is to extrapolate zonal information (buffers) between the lowshore limit and the projected points for each projection period. Import the points-based XY projections in to ArcGIS, with their Transect ID and export as *.shp. From points, draw lines (snapping) for zone and each scenario for each projection period OR join the transect attributes to the new XY projected points and draw polylines from points (XtoolPro) and export data as *.shp. Manually correct for mistakes due to crossing of transect lines. Dissolve the line shapefile. From lines, merge historical, projected and event line into a new shapefile and only using split/merge lines, select the most inland and most offshore line to produce the broadest coastal envelope. Remove all others. Repeat for each projection period. Connect start and end of polylines to have closed polylines. Transform those polylines into polygons with XtoolPro. This produces a buffer for each year of coverage (actual, 20, 50, 100 yrs).

4) Add the extreme event protection to each projected position

The extreme event retreats vary according to the type of coast. Therefore, based on field survey of geomorphological landforms (e.g. clifftop scars), similar references in the other study areas of the project (Bernatchez et al., 2012a; Del Río et al., 2013) and citizen testimonies, the experts agreed upon the measures presented in Table II.1. These reference values ought to be determined for each study area; those are valid only for Kilkeel.

Table II.1. Event protection* (m) according to type of coast for Kilkeel

Type of coast	Event buffer*
Low soft coast (beach/raised beach/microcliff, stream exit, dune)	2 m
Salt marsh	1 m
Low and medium soft cliff	1 m
High and very high cliff	2 m
Artificial (harbour)	1 m

*Based on *in situ* geomorphological landforms, similar references in other study areas and citizens testimonies.

5) Add the security margins and build the scenarios

Enlarge each coastal buffer by 5, 10, 50, 100 m security-margins (using the one-sided buffer function of ArcGIS), resulting in 20 buffers: 4 time-point x 5 margins positions (including 0 m). Then, select the appropriate ones for each scenario (figure II.3, table II.2):

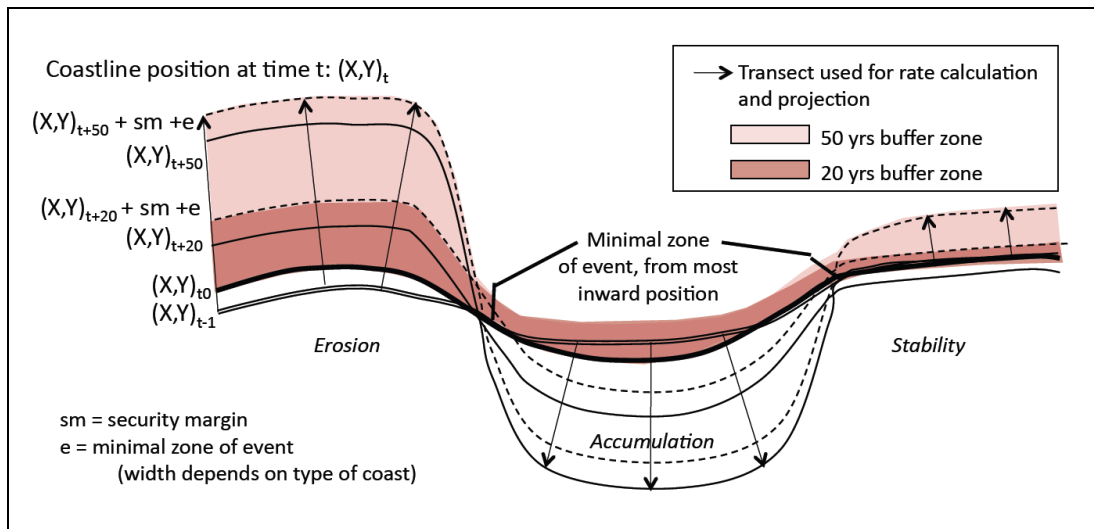
- A1: No acceleration;
- B1: +50m/100yrs;
- B2: +100m/100yrs.

Table II.2. Width of coastline buffer used under 3 security-margin-based scenarios of coastline migration at selected time intervals

Projected interval	Corresponding year	Scenario A1: No acceleration	Scenario B1: +50m/100yrs	Scenario B2: +100m/100yrs
0 yrs	2006	0 m	0 m	0 m
20 yrs	2026	0 m	+5 m	+10 m
50 yrs	2056	0 m	+10 m	+50 m
100 yrs	2106	0 m	+50 m	+100 m

Note: “+” refers to more inland coastline position (additional erosion)

Figure II.3. Illustration of the security-margin based method for estimating the coastline position.



Note that 100 yrs buffer does not appear in the figure for graphic simplicity.

References

- Bernatchez, P., Fraser, C., Dugas, S., Drejza, S., 2012. Marges de sécurité en érosion côtière : évolution historique et future du littoral de la MRC d'Avignon, Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rimouski, Report prepared for Quebec Public Security Dpt.
- Boyer-Villemaire, U., Bernatchez, P., Benavente, J., Cooper, J.A.G., 2014. Quantifying community's functional awareness of coastal changes and hazards from citizen perception analysis in Canada, UK and Spain. *Ocean & Coastal Management* 93, 106-120.
- Del Río, L., Gracia, F.J., Benavente, J., 2013. Shoreline change patterns in sandy coasts. A case study in SW Spain. *Geomorphology* 196, 252-266.
- Resnik, D.B., 2003. Is the precautionary principle unscientific? *Stud. Hist. Phil. Biol. & Biomed. Sci.* 34, 329-344.

Appendix III. Landward Accommodation Space

In the context of rising sea level, the shoreline to naturally adjusts by retreating inland and upward. The space for this adjustment is termed "accommodation space". Its width depends on the type of coast; the most sensitive will retreat faster. However, when the shoreline is squeezed between a rising sea and built assets (roads, houses), there is no place for accommodation, it is a state of coastal squeeze (Doody, 2004).

In order to assess in a broad and generic manner the absence of coastal squeeze and the presence of landward accommodation space, we investigated the absence of built assets or morphological obstacle within certain 5 classes margins, limited to low coasts: 5m (0-20 yrs), 10m (20-50 yrs), 15m (50-80 yrs), 30m (150-200 yrs), >30m (>200yrs). These classes were defined based on storm event margin (2m, regional calibration for low soft coasts) added to the mean recent erosion rate (1975-2006) of all eroding coasts within study area (most active period: 15 cm / yrs; based on n = >3130 transects). From those scores for each smallest spatial unit, a spatial aggregation was made for each coastal cell, normalized by the cell length, giving a mean linear score of accommodation space. The scoring system for the integration into vulnerability is based on 5 levels (5 = vuln. max).

Example :

$$V(c) = 2000m@5m + 500m@15m + 250 m@30m ; = 2000*5 + 500*3 + 250*1 = \text{total score of } 6750 / 1750 \text{ m of coastline} = \text{mean score of } 4,4/5 \\ (\text{very high})$$

For high coasts, the difficulty is that such a simplistic assessment would be based on the hypothesis that the sea-level rise would reactive the dead cliffs and that the cliff top edge will in the end also be retreating. However, soft cliff retreat are way more complex since they include slope, hydrogeological subaerial processes, that vary more according to hydroclimatic than oceanic drivers. It is therefore too complex to

assess the accommodation space necessary for cliffs using the method used in this study (semi-quantitative coastal classification).

References

Doody, J.P., 2004. 'Coastal squeeze' – an historical perspective. *Journal of Coastal Conservation* 10, 129-138.

Appendix IV. Spatial vulnerability score calculations and formulas

The spatial vulnerability scoring scales are presented in Table IV.1.

Table IV.1. Spatial vulnerability score calculations and formulas

Spatial factors of vulnerability	Scores^a and formulas
A. EXPOSITION & SENSITIVITY	
1. Coastline evolution	
Each interval's coastline evolution scores	1 (>0.05 m/yr) // 0 ([-0.05; 0.05 m/yr]) // 1 (< 0.05 m/yr)
Overall score of cell's coastline evolution	pre-recent interval score + recent interval score + historical interval score; where 1 =1 // 2=2 // 3=3
2. Accommodation space	
Cell accommodation space score normalized by cell length	Length-weighted accommodation score (/5) based on 5 margins (5m, 10m, 15m, 30m, >30 m), normalized by cell length; transformed into 3 vulnerability classes ([0-2,99]/5) // 2 (3,00-3,99)/5) // 3 (4,00-5,00)
3. Multiple hazards	
Partial score of multiple hazard occurrence	5-levels, based on cumulative nb. of hazards occurrence: 1 (resistant/no hazard)//2 (only erosion) OR (only coastal flooding) // 4 (both erosion and coastal flooding) // 5 (erosion, coastal flooding and fluvial flooding)
Overall score of cell's occurrence of multiple hazards	3-levels based on previous 5-levels scale: 1 (1 or 2) // 2 (4) // 3 (5)
B. DIRECT ASSETS	
4. Land exposed	
5-levels score of land exposed for each projected interval	5-levels thresholds are distribution quintiles of land exposed under each scenario
Overall cell's score of land exposed	3-levels based on previous 5-levels scale: 1 (1 or 2) // 2 (3) // 3 (4 or 5)
5. Buildings vulnerability	
5-levels score of buildings vulnerability	5-levels thresholds are distribution quintiles of buildings vulnerability under each scenario
Overall cell's score of buildings	3-levels based on previous 5-levels scale: 1 (1 or 2) // 2 (3) // 3

Spatial factors of vulnerability	Scores^a and formulas
vulnerability	(4 or 5)
6. Road network vulnerability	
5-levels score of buildings vulnerability	5-levels thresholds are distribution quintiles of road network vulnerability under each scenario
Overall cell's score of buildings vulnerability	3-levels based on previous 5-levels scale: 1 (1 or 2) // 2 (3) // 3 (4 or 5)
C. INTANGIBLE VALUES	
7. Intangible perceived landscape values	
5-levels score for each value	5-levels natural breaks calculated by ArcGIS symbology
Partial scores (/9)	$(1*(\text{nb. values scored } 1) + 2*(\text{nb. values score } 2) + 3*(\text{nb. values scored } 3) + 4*(\text{nb. values scored } 4) + 5*(\text{nb. values score } 5)) * 9 / (\text{total nb. values} * 5)$
Overall cell's score for intangible values	3-levels based on partial scores: 1 (0-3) // 2 (3-6) // 3 (6-9)
D. ADAPTATION	
8. Coastline protection	
% natural coastline (level of natural geomorphological resilience)	3 levels based on % natural coastline: 1 (<33%) // 2 (33-66%) // 3 (>66%)
9. Maladaptation of protection	
% Adequacy to erosion and flooding ^b	% adequacy to erosion * % empirical adequacy to coastal flooding
Score of inadequacy of protection structures	Scoring previous product using 5-levels scale based on quintiles: 1 (<0.2) // 2 (0.2-0.4.0) // 3 (0.4-0.6) // 4 (0.6-0.8) // 5 (>0.8)
Overall cell's score of inadequacy	3-levels based on previous 5-levels scale: 1 (1 or 2) // 2 (3) // 3 (4 or 5)
10. Presence of positive spatial adaptations	
Sum of positive adaptations	1+ Nb. of positive adaptations (1-3): environmental protection status + beach/dune nourishment + planting vegetation/others
a. 3-levels score scale is 1 = low factor of vulnerability; 2 = intermediate factor of vulnerability; 3 = high factor of vulnerability ; b. See Appendix VII for more details	

Appendix V. Exposed Population Estimate

V.1. Background

The population located in the coastal hazard zones is part of the IPCC common methodology for assessing coastal vulnerability (IPCC CZMS, 1992). Population can be considered in vulnerability either from a social, economic or a civil security perspective (McLaughlin et al., 2002). In the social perspective, the population and its socio-economical characteristics are described based on survey census data, either as a general determinant of vulnerability or resilience (Cutter et al., 2008; Menoni et al., 2012), or on the basis of psycho-social impacts on households (Tunstall and Tapsell, 2007). However, this perspective does not consider a spatial dimension (hazard zones), a key in an exposition-based vulnerability assessment.

In the economic perspective, the hazard zone is taken into account, saying that high population areas are of great economic importance and thus more vulnerable. An economic valuation can be made using residential buildings, under various economical development scenarios (Dawson et al., 2009), but it does not actually estimate people. It will thus be considered in the assets section 4.3.2 of the main article. However, it strikes the importance of future socio-economic scenarios.

The civil security approach consists in counting people exposed to hazard. The challenge is to find the balance between too uncertain or unethically precise scales. A method with large uncertainties is to use the gross population based on census data, with the hazard zone area and is used in large-scale assessments (Boruff et al., 2005; Hegde and Reju, 2007). However, the coastal population density may be drastically different from the general territorial density and census products are generally not

based on coastal and non-coastal spatial units. It therefore comprises great uncertainties.

Another spatially-oriented method is census-based, using local population count and exposed areas (El-Raey, 1997; McLaughlin et al., 2002). However, using the greatest resolution of a population count, for example per 100 m², allows to directly point at certain households, which is debatable in low density areas such as Kilkeel, because it points at specific households. Moreover, it is very hard to attribute a scenario of future evolution matching that very precise scale. Nonetheless, sub-regional densities with gross population evolution might be a good compromise for estimating population exposed to coastal hazards.

Finally, other methods focus on recreational uses affected by rock fall (Meur-Férec et al., 2008). Since the use can be displaced and the risk of rock fall is mostly null in Kilkeel, this aspect will rather be considered through the impact on recreational uses (see section 4.3.3 Intangible landscape values).

V.1.1 Objective

In order to estimate broadly the amount of people concerned by coastal hazards in the Kilkeel area, the population exposed to coastal hazards was estimated for current (2006; date of most recent coastline) and future (2106) contexts, under A1 and B2 scenarios.

V.2. Current population estimate

As argued above, GIS data allows using a census of all coastal buildings exposed, that can then be converted into a population estimate. The conversion from buildings to population may be influenced by the amount of permanent residency among the buildings and the number of people living in each building. Therefore, the current

population estimate exposed to coastal hazards is based on the counting of the residential buildings located within 0-5 m of the coastline, weighted by the number of permanent occupation and the mean household size, under the following equation:

Current population estimate for each coastal cell =

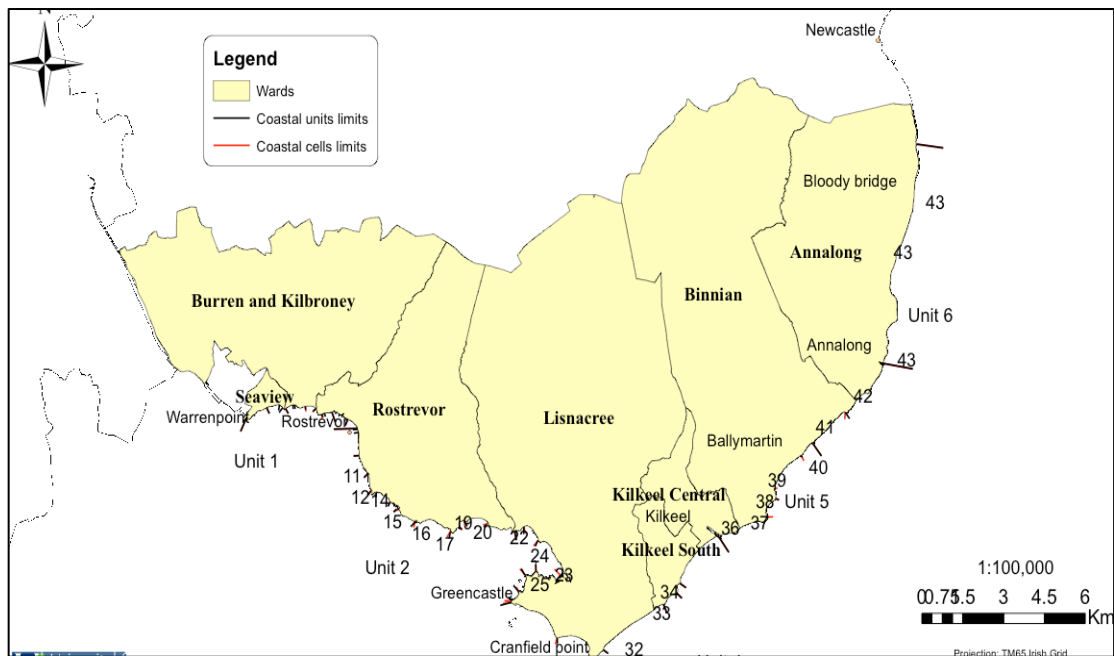
Nb. residential buildings located within 0-5 m *

% permanent occupation *

mean household size

Most of the data used is from the 2011 UK Census, where the following wards were used, as mapped in the figure V.I, matched with the different coastal cells.

Figure V.I. Map of the match between electoral wards and coastal cells



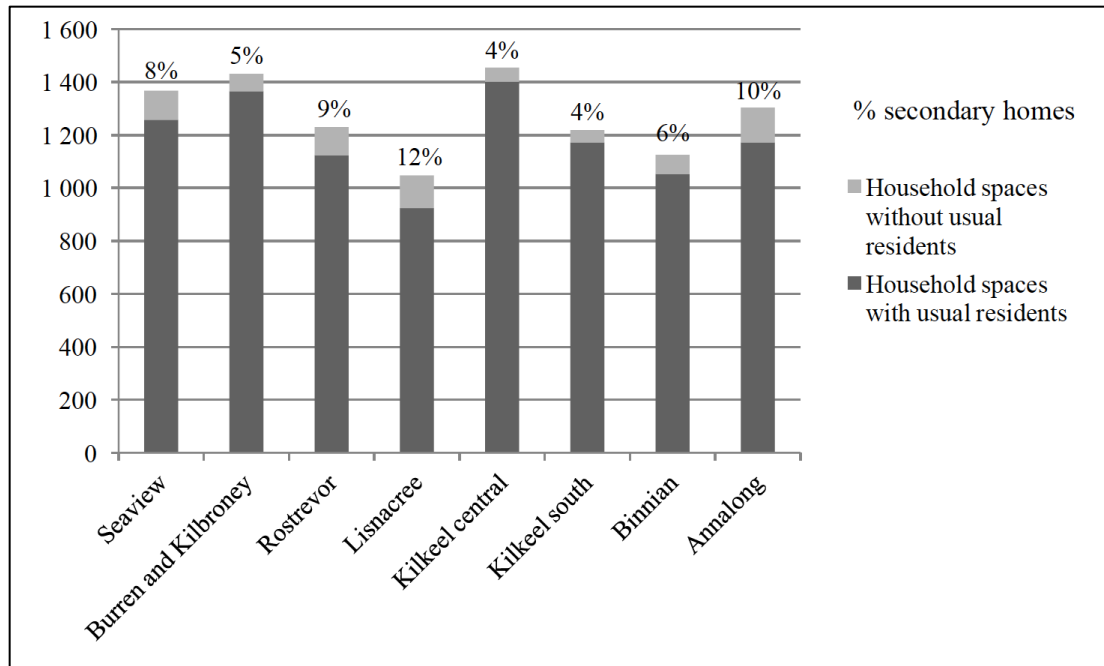
V.2.1 Residential buildings located within 0-5 m

See section 4.3.2 of the main article for the explanation of the method.

V.2.2 Permanent occupation of buildings

In the 2011 census data by ward, the number of household spaces is available, and data about second homes can also be found (NISRA, 2013). Therefore, it is possible to calculate for each ward percentages of permanent and secondary residencies. We summarized the data in figure V.1. The percentage of second homes varies between 4 and 12 % among the wards. The maximum (12%) is located in Lisnacree, a ward that accounts for the renowned Cranfield area and Soldier's Point touristic coastal area. The minima (4%) were found in Kilkeel Central and South, which extend over the main city center of Kilkeel. Therefore, it makes sense to withdraw those percentages from the number of coastal residential buildings in each cell.

Figure V.2. Proportion of secondary homes by ward in the Kilkeel area, based on the number of household spaces with and without usual residents



Data source: 2011 UK Census data by ward (NISRA, 2013)

V.2.3 Mean household size

The 2011 UK Census data states that Northern Ireland has the highest mean household size of all the UK, with 2.54 people per household, compared to an average 2.3 people per household (UK Office for National Statistics, 2013b). Among Northern Ireland's Local District Councils, Newry & Mourne maintains its household size +0.3 persons above the NI average in the series 2002-2015 published by NISRA (Barry et al., 2005), which places the mean for the study of interest to 2.84 people/household. The series implies a decrease of 0.3 between 2002 and 2015, but it would be erroneous to postpone this prediction linearly over 100 yrs for future estimate. Therefore, we will assume a constant minimal household size 2.54

people/household (the 2011 Northern Ireland average) all over the next century in the coastal Kilkeel area.

V.3 Future population estimate

The future population estimate will be calculated with the same basic equation, with two slight differences. The first difference is about the residential buildings. Under a precautionary approach, the buildings will be counted over the 100 m margin under the B2 scenarios (see section 4.2.2 in the main article for explanation), to have an estimate of the future exposed assets.

The second difference relates to the effect of population growth, which will be accounted for in a factor of future population evolution, that will weight the total number of people. See the section just below for the explanation of this factor.

The future population estimate is therefore based on the following equation:

<p>Future population estimate for each coastal cell =</p> <p>Nb. residential buildings located within 0-100m under B2 scenario*</p> <p>% permanent occupation *</p> <p>mean household size *</p> <p>factor of future population evolution</p>

V.3.1 Factor of future population evolution

In the selection of a population scenario, many factors have to be considered.

First, there is the past: the historical pattern of evolution of each coastal cell. The administrative unit closest to coastal cells is the ward, so population evolution by ward was considered between 2001 and 2011, based on the UK 2011 Census. As shown in figure V.3, each ward has its own pattern of evolution: fairly stable in Seaview, definitely increasing in Burren and Kilbroney and Rostrevor, slightly slowing down in Lisnacree, Annalong, Binnian, and rapidly slowing down, even potentially decreasing in Kilkeel South and Central.

However, those trends do not necessarily reflect the evolution in the coastal fringe of those wards. In deed, the field survey allowed to identify brand new houses at the bottom of Kitty's road (Kilkeel South), Soldier's point (Lisnacree) and potentially in Rostrevor, all three wards with differing patterns. Moreover, in Burren and Kilbroney, the A2 road is coastal and the potential coastal population densification is very limited, despite a clear positive trend in the inland part of the ward. On the contrary, the trend matches the observations in other spots, like in Warrenpoint (Seaview), where the coastal landuse is saturated in buildings and the population would evolve only through changes in the building occupation, which is consistent with the recent stable trend.

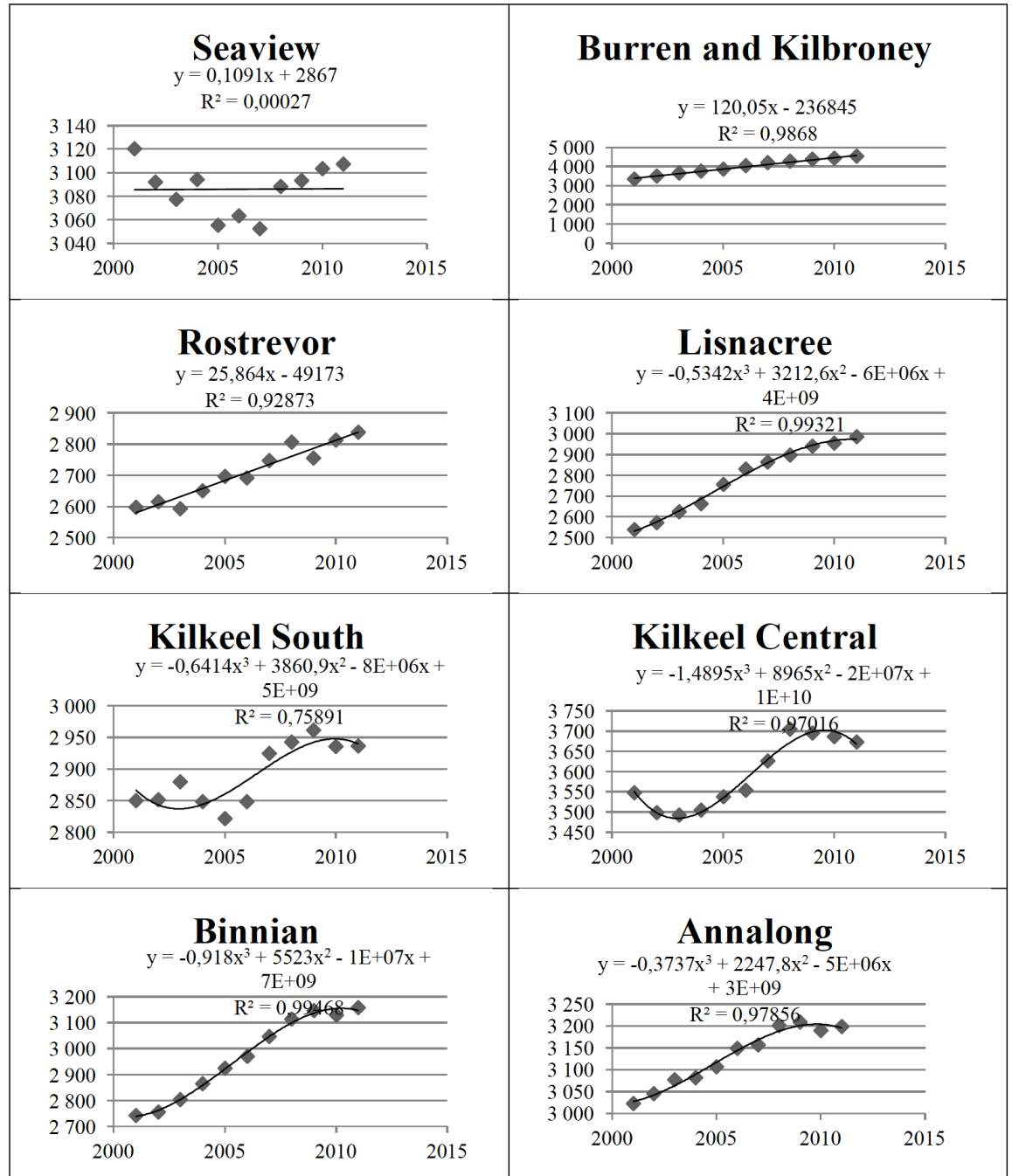
Consequently, estimating the future population scenarios based on ward trends would not reflect the coastal evolution of population and would instead introduce a greater bias.

Second, there are factors affecting the future total population, such as fertility, migration, and life expectancy. At the scale of Northern Ireland, the national principal projections estimates that the population will slightly grow until about 2040 (from

1,75 M people in 2006 to 2,0 M people in 2040) and will remain stable at 2 M people until 2100 (UK Office for National Statistics, 2013a). In other words, the principal projection therefore involves an increase of about 15% in population in Northern Ireland over the next century. This said, given the different scenarios of fertility, migration and life expectancy, the range of people could decrease as low as 1.1 M people, or increase as high as just over 3 M people (UK Office for National Statistics, 2013a).

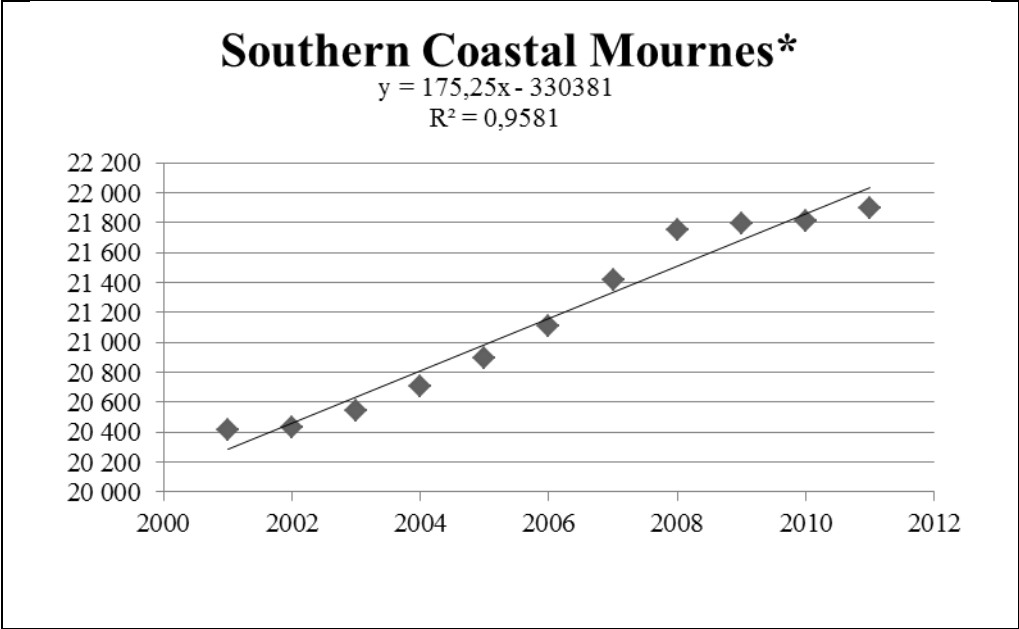
Therefore, a conservative way of integrating the future evolution is to take this best estimate projection of +15% over the next century as a common denominator for all coastal cells, based on the assumption that changes in migration, fertility and life expectancy changes will homogenously affect the coastal inhabitants of all coastal cells. This amount is in agreement with the estimate published by NISRA (Barry et al., 2005), where the Distinct Council of Newry and Mourne was expected to display the second highest increase in the number of households after Derry.

Figure V.3. Recent population evolution by ward in the Mourne's area



Data source : UK Census 2011

Figure V.4. Aggregated Southern Coastal Mournes population evolution in the last decade



Data source : UK Census 2011

*Southern Coastal Mournes here stands for the aggregation of the individuals wards selected, on the Kilkeel side of the Mournes mountains (all of the above wards).

V.4 Results

Figure V.5 displays the population variability among cells for 2006 (A1) and 2106 (B2) scenarios.

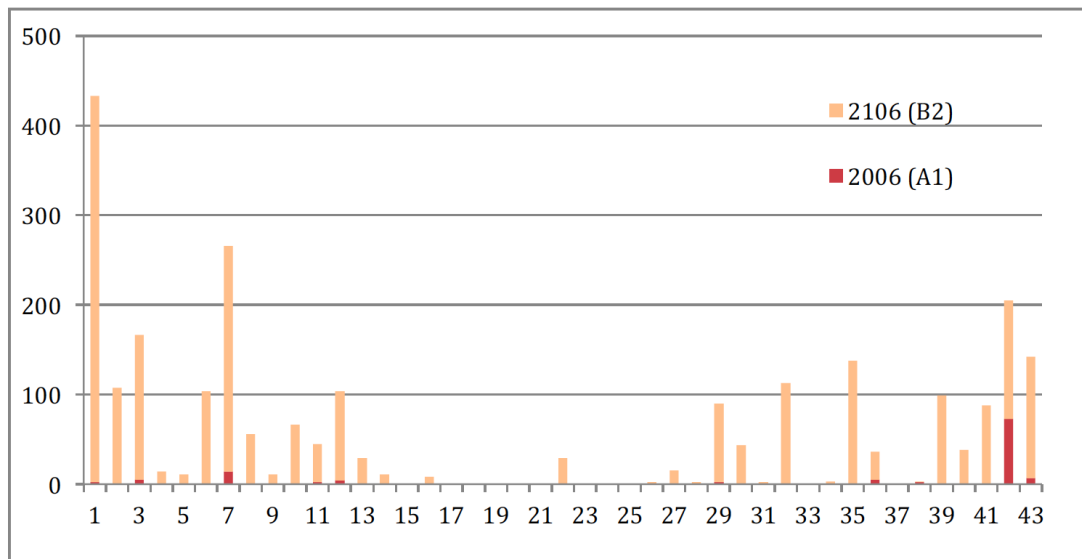


Figure V.5. Estimated number of people exposed currently (2006) and maximally in the future (2016, B2 scenario of coastline evolution)

References

- Barry, R., Beatty, R., Donnelly, D., Marshall, D., 2005. Household Projections for Northern Ireland: 2002-2025, A National Statistics Publication. Northern Ireland Statistics & Research agency, Belfast, Northern Ireland, pp. 49 p., consulted online 2015/2007/2001, http://www.nisra.gov.uk/archive/demography/population/household/household_project.pdf.
- Boruff, B.J., Emrich, C., Cutter, S.L., 2005. Erosion Hazard Vulnerability of US Coastal Counties. *Journal of Coastal Research* 215, 932-942.
- Cutter, S.L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., Webb, J., 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change* 18, 598-606.
- Dawson, R.J., Dickson, M.E., Nicholls, R.J., Hall, J.W., Walkden, M.J.A., Stansby, P.K., Mokrech, M., Richards, J., Zhou, J., Milligan, J., Jordan, A., Pearson, S., Rees, J., Bates, P.D., Koukoulas, S., Watkinson, A.R., 2009. Integrated analysis of risks of coastal flooding and cliff erosion under scenarios of long term change. *Climatic Change* 95, 249-288.

- El-Raey, M., 1997. Vulnerability assessment of the coastal zone of the Nile delta of Egypt, to the impacts of sea level rise. *Ocean & Coastal Management* 37, 29-40.
- Hegde, A.V., Reju, V.R., 2007. Development of Coastal Vulnerability Index for Mangalore Coast, India. *Journal of Coastal Research* 23, 1106-1111.
- IPCC CZMS, 1992. A common methodology for assessing vulnerability to sea-level rise-second revision: Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Report of the Coastal Zone Management Subgroup, Response Strategies Working Group of the Intergovernmental Panel on Climate Change, The Hague, The Netherlands.
- McLaughlin, S., McKenna, J., Cooper, J.A.G., 2002. Socio-economic data in coastal vulnerability indices: constraints and opportunities. *Journal of Coastal Research* SI 36 487-497.
- Menoni, S., Molinari, D., Parker, D., Ballio, F., Tapsell, S., 2012. Assessing multifaceted vulnerability and resilience in order to design risk-mitigation strategies. *Natural Hazards* 64, 2057-2082.
- Meur-Férec, C., Deboudt, P., Morel, V., 2008. Coastal Risks in France: An Integrated Method for Evaluating Vulnerability. *Journal of Coastal Research* 24, 178-189.
- NISRA - Northern Ireland Statistics and Research Agency, 2013. Dwelling type by accommodation type by household space type by electoral ward, Census 2011: Detailed Characteristics for Northern Ireland on Housing, Labour Market and Voluntary Work. NISRA, Statistics bulletin, pp. 79, http://www.nisra.gov.uk/Census/detailedcharacteristics_stats_bulletin_73_2011.pdf.
- Tunstall, S., Tapsell, S., 2007. Local communities under threat: managed realignment at Corton village, Suffolk, in: McFadden, L., Nicholls, R., Penning-Rowsell, E. (Eds.), *Managing Coastal Vulnerability*. Amsterdam, Elsevier, pp. 97-120.
- UK Office for National Statistics, 2013a. 2. Summary Results, 2012-based National Population Projections. UK Office for National Statistics, , London, UK, pp. 34 p., visited online 2015/2007/2001 http://www.ons.gov.uk/ons/dcp171776_334073.pdf.
- UK Office for National Statistics, 2013b. Population and Household Estimates for the United Kingdom, March 2011. UK Office for National Statistics, London, UK, pp. 15 p., visited online 2015/2007/2001 http://www.ons.gov.uk/ons/dcp171778_304116.pdf.

Appendix VI. Evaluation and calibration of asset vulnerability

Matching equation 1 in the article, both factors of vulnerability f_1 and f_2 are first described. Then, for roads only, we present methodological precisions, the calibration for road classes and calibration of utility factors.

VI.1 Vulnerability Factor 1: Hazard multiplicity

The hazard multiplicity factor is based on the c_1 parameter calculated in each cell, which represents the proportion of assets (buildings or roads) facing two or more hazards within the cell, where 0% is 1 (no change in vulnerability) and 100% produces a doubling in vulnerability:

$$f_1 = 1 + c_1 \quad [\text{eq. VI.1}].$$

VI.2 Vulnerability Factor 2: Mislocation/maladaptation

This second factor of mislocation or maladaptation holds the assumption that the greatest vulnerability is when an asset is not benefiting from the natural resilience of the coastline. Therefore, in each cell, the parameter c_2 was calculated as the proportion of roads mislocated or maladapted. The vulnerability scoring this time implies that this factor can only decrease or increase the vulnerability by 50% (150% vulnerability when the whole sum asset in a cell is mislocated or maladapted), which gives:

$$f_2 = 0.5 + c_2 \quad [\text{eq. VI.2}]$$

This implies that there is no change in the vulnerability when 50% of the asset is mislocated.

VI.3 Buildings vulnerability

The input data was OSNI point gazeeter buildings. The centroids were manually translated to the closest corner/wall from coastline at 1:600. The buildings were then summed according to the coastal buffers in each coastal cell under 3 classes for each coastal cell: total nb. of non-strategic buildings by cell (n_{build}), the nb. of strategic buildings ($n_{\text{strategic}}$: power station, schools, retirement homes, etc.) and the supplementary nb. of buildings affected under B2 scenario (n_{B2}). The strategic building were weighed as 100 normal buildings, which gives:

$$n_{\text{tot-build}}(t) = n_{\text{build}}(t) + 100 * n_{\text{strategic}}(t) + 0.33 * n_{\text{B2}}(t) \quad [\text{eq. VI.3}].$$

After calculating descriptive statistics for those, we calculated building vulnerability values for each coastal cell. (f_1) was the proportion of buildings located at high hazards convergence spots and (f_2) the proportion of buildings located on spots lacking natural resilience, herein described as %buildings not located on low unprotected shoreline OR %buildings located on soft cliffs protected by inadequate structures – see 4.3.4 for Adequacy of protection structure).

VI.4 Roads vulnerability

The roads were valued according to the 3 main utilities they serve in the community:

- *territorial access transport service*: length of road network of each road class (using NI road classification: M – highways, A – principal road, B – secondary road, C – tertiary roads, U – urban or unpaved roads; neither M nor B in the study area), at time t ;
- *evacuation service in emergency situation*: valued more when it is the only evacuation route, considered through the number of dead end and the number

of buildings depending on the dead ends (including those in neighbouring cells), at time t ;

- *protection of buildings/land against coastal hazards*: proportional to the number of buildings protected (behind the road), at time t .

Starting from the OSNI road data in each coastal cell, the network was divided according to coastal cells in editing mode, and the road length of each class and in each cell was counted under each coastal buffer (“Get descriptive stats” on attribute table). The length and number of dead ends and number of buildings that must be evacuation by them and the number of houses protected against erosion by road segments were also counted.

Then, like for buildings, the vulnerability equals the sum of assets then weighted by multi-hazards (F_1) and mislocation (F_2) factors, normalized by cell length (eq. 1). In this case, the assets were calculated in each cell c , at time t , separately for each road class r . More precisely, we calculated the road length for each classes r , plus the supplementary road length concerned under the B2 scenario of each given class, the later times the B2 factor explained above, giving a partial total of assets by class. This partial total by class was weighed by 2 utility factors specific to each class in each cell. First, there is a factor for the importance of each road class u_1 , which is calibrated by the road class ratio (range [1-9]) (see V.4.1, based on the World Bank Reports data of rehabilitation costs of paved roads). Second, there is a utility factor u_2 for emergency $e_r(t)$ and protection $p_r(t)$ functions, calibrated based on the assumption that when both emergency and protection functions are maximal, then the vulnerability is doubled (equal weight hypothesis; range [0-2]) (see VI.4.2). The sum of assets is therefore:

$$n_{totroad}(t) = \sum_{r=M}^{r=M,A,C,U} [(n_r(t) + n_{rB2}(t) * f_{B2}) * u_{1r} * u_{2r}(t)] \quad [\text{eq. VI.4}]$$

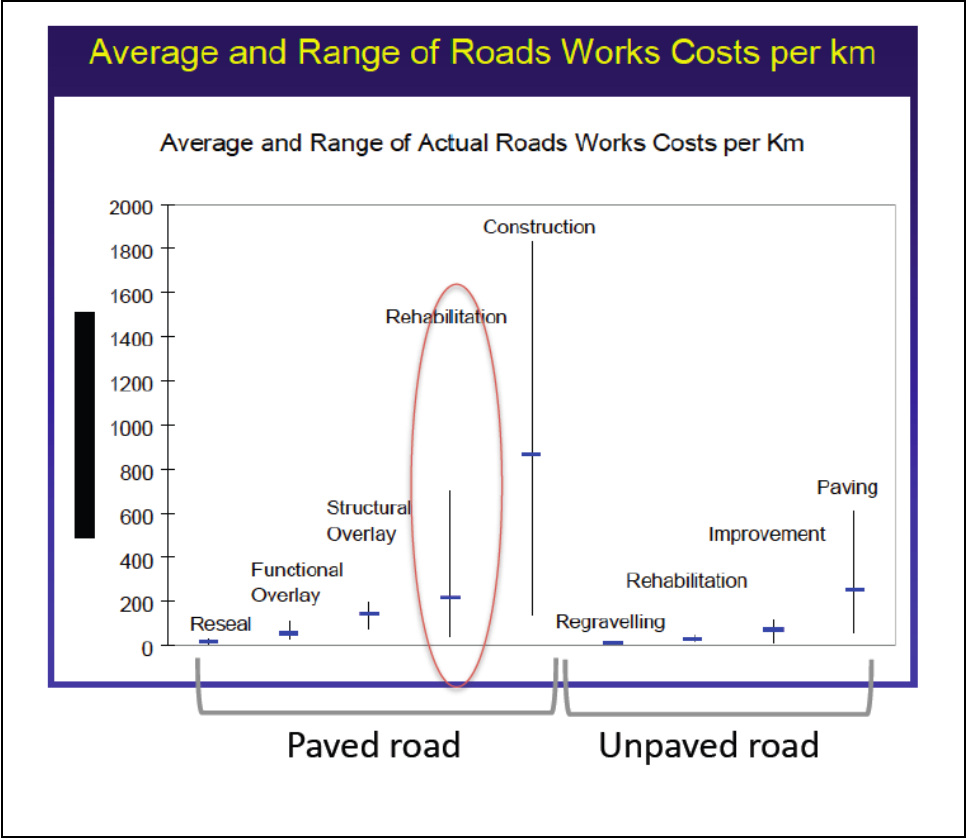
where u_1 is a constant for each class and u_2 varies with time and is defined for each class, always separately in each coastal cell:

$$u_{2r}(t) = 1 + e_r(t) + p_r(t) \quad [\text{eq. VI.5}].$$

VI.4.1 Calibration for road classes

From the descriptive statistics of the World Bank data on cost of roads works costs (fig. VI.1; Table VI.1), we modelled the frequency distribution of rehabilitation cost of paved roads (fig. VI.2) and extrapolated ratio values for each road class (Table VI.2), ranging between 1 and 9. This calibration is then used under u_1 factor in the equation VI.4.

Figure VI.1. World Bank data on Average and range cost of roads Works costs per km.



Source : Modified from Archondo-Callao, R. (2000).

Table VI.1. Descriptive statistics of paved road rehabilitation costs

Paved road Rehabilitation costs*	Total (\$/km)
Min	45,000
Max	700,000
Median	183,000
Average	214,000
SD	144,000

Data source : Archondo-Callao, R. (2000).

Figure VI.2. Selected road class divisions over the modeled distribution of rehabilitation costs, based on data from Archondo-Callao, R. (2000)

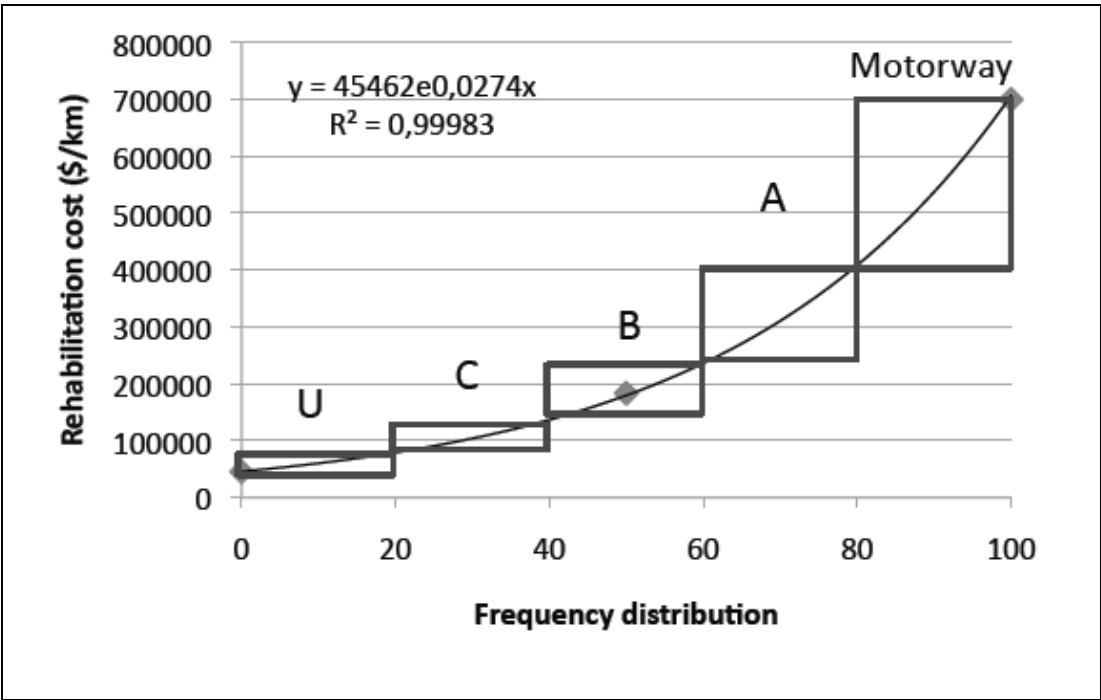


Table VI.2. Road class ratio obtained from the modeled distribution of rehabilitation costs

\$/km	Min	Max	Middle	Ratio
Class U	45,462	78,640	59,792	1.0
Class C	78,640	136,030	103,428	1.7
Class B	136,030	235,304	178,909	3.0
Class A	235,304	407,026	309,475	5.2
Motorway	407,026	704,069	535,326	9.0

VI.4.2 Calibration for other utilities of roads

Other utilities of roads considered were emergency evacuation and protection of buildings.

Emergency utility: Defined by the nb. buildings served by deadend divided by the nb. dead end, multiplied by the proportion of dead ends, at the coastal cell-scale. The results ranged between 0 and 37.

$$\text{Emergency utility} = \% \text{ deadend} * (\text{buildingsserved} / \text{nb deadend}) \text{ [eq. VI.6]}$$

Building protection utility: Defined by the nb. buildings protected, by road class, divided by coastline length, at the coastal cell-scale. The results ranged between 0 and 43.

$$\text{Protection utility} = \text{Nb. buildings protected} / \text{coastline length} \text{ [eq. VI.7]}$$

Assumption: The calibration is based on the hypothesis that when both utility factors are maximal, then the vulnerability is doubled (equal weight hypothesis).

From this and the above definitions, within each spatial unit (coastal cell), for each road class, the utilities factor is:

$$\text{Utilities factor} = 1 + \text{Emergency factor} + \text{Protection factor} \quad [\text{eq. VI.8}]$$

For each sub-factor to be ranging between 0 and 0.5, we used a linear calibration, provided the thresholds of Table VI.3.

Table VI.3. Thresholds for calibration of Emergency and Protection factors

	Emergency	Protection
Min = 0	0	0
Max = 0.5	37	43

This utilities factor u_2 varies for each road class in each cell. They are then used in the sum of assets (eq. VI.4).

References

Archondo-Callao, R., 2000. Roads Works Costs per Km: Source World Bank Reports, Accessed online, 2014/04, http://www.worldbank.org/transport/roads/c&m_docs/kmcosts.pdf

Appendix VII. Assessment of the adequacy of protection structures

VII.1 Context and approach

Some structures of protection are not adapted to the environment and destroy ecosystem services and therefore increase vulnerability, instead of reducing vulnerability, especially in erosive coasts (Bernatchez et al., 2011). Even so, in flood-prone areas, structures designed for the last century trends may not be fit to protect against increased storm strength. Therefore, there is a need to account for the type of coast, the presence of structures and hazards, in order to assess whether the structures are appropriate adaptations or maladaptation.

Empirical vs. theoretical adequacy – The field survey revealed the presence of adequate and inadequate structures, based on the observation of erosion or flooding markers and testimonies by the coastal residents. This highlights the necessity of including a component reflecting the empirical adequacy of protection structures in each segment. In addition, based on the genesis and dynamical coastal geomorphology, some structures are simply not appropriate for a type of coast, as others must be built with specific constraints to be adequate against the given hazards. This illustrates the importance to also define a theoretical adequacy parameter, based on the types of coast and hazard occurrence.

Objective – Under this context, the objective was to build a GIS layer of adequacy of structures for each coastline sub-segment, accounting for the type of coast.

The empirical adequacy is first defined, then the theoretical adequacy, followed by the methods used to assess and aggregate them.

VII.2 Empirical adequacy

VII.2.1 Observations

Inadequate structures: During the field survey, two examples of inadequate structures were obvious in Kilkeel. First, at Leestone point, where the coastline is a raised beach, there were small owner-made seawalls that are neither strong nor high enough to protect against erosion and flooding. Moreover, the local owners testified of flooding up to the doorstep and there are signs of erosion on the shoreline (vertical slope, unvegetated and slightly overhanging organic top of the micro-cliff) as well as beach thinning compared to neighbouring segments. The situation appeared similar just north of Annalong harbour.

Another example was located on a till cliff coast (~20m high) along the Kilkeel steps. In some spots, such as at the bottom of the Manse road, Kitty's road, Derryoge road, the cliff displayed erosion scars both at the top (and $\leq 30\text{cm}$ overhanging topsoil) but also at the bottom, small microcliff on the high beach and most often absent high beach. Residents reported frequent muddy slides during fall and winter seasons and signs of inner slope processes are obvious. This indicates active cliffs both from the top, the innercliff and wave biting at the bottom. The till material may be resistant compared to fluvioglacial material, but, it remains vertical soft cliffs and their evolution is one-directional: towards inland. At the cliff top, houses are located within 10-20 m and roads within 5-m. At the cliff toe, homemade small rocky walls are obviously not preventing the multiple forms of erosion, and might even encourage beach thinning; they are not adequate.

Adequate structures: When does a wall is strong enough to halt erosion? Examples were spotted in Warrenpoint and Rostrevor. Over there, oversized concrete walls might be theoretically appropriate in the current situation, and it was confirmed by

the empirical observations of their integrity. Those structures were mainly those built by the authorities for protecting the roads.

From these observations, we can interpolate indicators of adequacy against coastal erosion and flooding. For erosion, the presence of erosive landforms in a segment with a protection structure indicated the inadequacy of the structures to prevent erosion. In terms of coastal flooding, it is more complex. In the observations, it rather was the variability of calibration of protection structures that indicated the adequacy of the structures against hazards. The vertical limit for stating adequacy must account for geodesic data, which was not in the scope of the coastal classification. However, two main indicators appear reasonable to assess so: the floodmaps and a prevention-based expert limit. First, the geodesic data is already integrated into the floodmaps produced by the authorities. It therefore can indicate the appropriateness of the major oversized structures. Second, accounting for the storm waves in the area, an approximate limit of 2 m above shoreline appears a conservative measure of surge level in the Kilkeel area. On the basis of these indicators, we can define the adequacy against coastal erosion and against coastal flooding.

VII.2.2 Definitions

Adequacy of structures to protect against erosion: The property of a coastal segment displaying 1) artificial structures of protection and 2) the absence of geomorphological erosion markers.

Adequacy of structures to protect against coastal flooding (or submersion): the property of a coastal segment located on a low coast displaying artificial structures of protection that are meeting 3 criteria: 1) no observation of geomorphological markers of flooding (flood debris) above shoreline AND 2) protection structures equal or

above 2 m in height above shoreline (threshold specific to Kilkeel area) AND 3) not located in the Kilkeel floodzone according to NI flood map.

VII.2.3 Temporal variability of adequacy and future conditions

A final consideration relates to future conditions and whether the structures already in place will be appropriate under the expected future conditions (more erosive agents and increase storm-surge wave height – see 4.1.1 in the main article). Considering such conditions, sufficient vertical accommodation space and sufficient resistance must be available to cope with the expected trends. Only oversized structures were assumed so in this study. However, on this basis, there was no variability between current and future variability and the temporal dimension was therefore considered constant along time. Nonetheless, there minimally has to be a mechanism of inspection and frequent update of the structures in non-spatial adaptation factors.

VII. 3 Theoretical adequacy

As explained in the context, there is also a theoretical adequacy, which depends on the match between the structure and the dynamics of a type of coast. An extreme example, but not uncommon, is the stabilization of genetically moving coasts like dunes and spit systems. From this sensitivity of adequacy to the type of coast, we built a reference table describing appropriate structures from a long-term coastal management perspective (Table VII.1).

VII.4 Methods

The presence of structures (artificiality) was hand digitized from the geomorphological classification variables (type of structure and state of the structure – see Appendix II), based on 2010 field observations, and field pictures, combined with the NI floodmap viewer (Seafood present day, <https://mapping.dardni.gov.uk/FloodMapsNI/index.aspx>), googlemaps satellite data (most 2011), orthophotos (2006) and activity maps of the Mourne (OSNI, 200X). This assessment is therefore valid for 2010 state of the coast.

Then, we attributed 4 main variables: the empirical adequacy to erosion and to submersion, and the theoretical adequacy to erosion and to submersion, using binary scores (y/n). We aggregated the empirical and theoretical adequacy using a logical principle of "true and only true" to express that the whole set of conditions (theoretical and empirical) have to be met in order to get a "true" (adequate): **adequacy is true if and only true if theoretical AND empirical adequacy are both true**. As for scale choice, we selected the smallest of the coastal classification, the sub-segment, which is spatially sensitive to the protection structures thresholds. Therefore, this produced two output binary variables of adequacy to erosion and to submersion, at the sub-segment scale, which was transformed into % of adequacy to erosion and to flooding over each coastal cell length.

Exclusion : Note that it excludes White river fluvial dominated coastline (inner Mill Bay salt marsh).

To illustrates the method, let us use the example of Killowen point (fig. VII.1). The type of coast is a gravel beach terrace, immediately neighbouring a small sandy and shingle spit system, protected by small rocky and concrete wall, which are obviously lower than 2 m above shoreline. There were neither signs of erosion nor organic

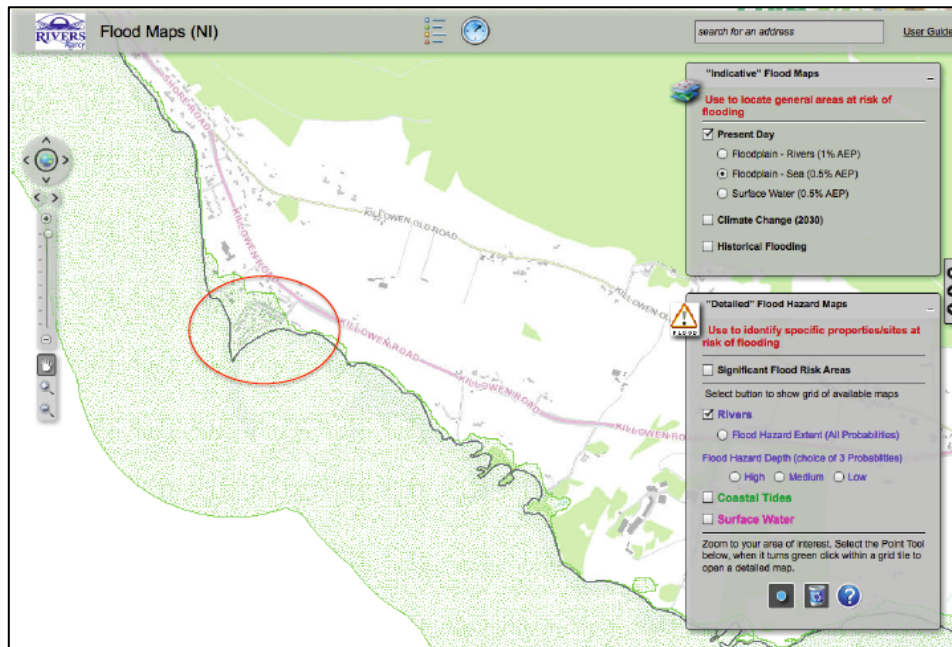
debris on top of the protection observed in the field. The trend of evolution is stable in recent decades. Testimonies of occasional flooding were gathered during the survey and within sea flooding zone according to NI floodmap. In this case, the structure might appear adequate against erosion, but because of the spit system, is simply is not appropriate. For submersion, the floodmap supports the observations that the structure level is not appropriate against flooding. The structures are therefore inadequate both against submersion and against erosion. If this structure were the only in the coastal cell, its lengths (equal to the sub-segments length) would be normalized the coastal cell length to obtain the % of inadequacy to erosion and the % of inadequacy to submersion.

Figure VII.1. Example of inadequate protection at Killowen point A. Field picture. B. Floodmap excerpt and location.

A.



B.



Floodmap source: <http://www.dardni.gov.uk/index/rivers/flood-maps-ni.htm>

VII.5 Vulnerability to inadequacy of structures

To transform the % adequacy into a vulnerability factor, we used the level of inadequacy among each coastal cell. We used the product of inadequacy to erosion and to flooding, while the absence of one hazard was marked using the neutral multiplier (1), providing the equation:

$$V(c) = 1 - a(\text{ero}) * a(\text{flo-current}) \quad [\text{eq. VII.1}]$$

The results range between 0 and 1, which was transformed into 5 classes scores (according to the quintiles, where, 1 is fully adequate (minimum vulnerability) and 5 is fully inadequate over the whole length of the cell (maximum vulnerability). When

the whole cell was natural, it is considered fully adequate because it counts on the natural resilience of the coastline.

This equation assumes an equal contribution of the protection to both hazards to the adequate adaptation to erosion: "Adequate adaptation to erosion depends on adequate preparation for both erosion and submersion".

References

Bernatchez, P., Frazer, C., Lefaivre, D., Dugas, S., 2011. Integrating anthropogenic factors, geomorphological indicators and local knowledge in the analysis of coastal flooding and erosion hazards. *Ocean & Coastal Management* 54, 621-632.

Appendix VIII. Sensitivity analysis

VIII.1 Methods

The mean score of each four clusters of vulnerability factors were calculated with 3-points scoring per variable (/9 or /12) to assess the variability of their contribution to the cell-scale aggregated spatial vulnerability and the overall score was mapped (fig. VIII.1 & 2). The frequency distribution of each cell's aggregated spatial vulnerability was checked to analyze its variability (fig. VIII.2).

VIII.2 Results

The results show that the four clusters have rather similar scores of spatial vulnerability, when accounting for the uncertainty (fig. VIII.1). The intangible landscape values represent the lowest vulnerability contributor (4.0/9), but overlaps with the assets (6.7/12) and exposure (6.5/9) within the variability bars. However, the adaptation cluster is the greatest contributor (7.5/9) and its variability does not overlap with the intangibles, which indicates an overestimation of the adaptation cluster or an underestimation of the intangible cluster in the overall vulnerability assessment. This calls for a cautious interpretation of the aggregated vulnerability: cell's with positive adaptation (lower vulnerability) may be underestimated and cell's with great intangible importance may be underestimated.

As of the frequencies of the aggregated spatial vulnerability, the bell-shaped distribution ranging between 15 and 30 (/39) efficiently allows to identify the most and least vulnerable cells (fig. VIII.2). Accounting for a mean of 24.2 and SD of 3.2, this is reinforced by the absence of outliers, with all data being within 3 SDs. There is a nonetheless a slight asymmetry towards the higher scores (mainly 23-27), which signifies a slight “overalarming” situation, but it is minor and without consequences in the context of this vulnerability study.

Figure VIII.1. Spatial vulnerability factors by coastal cells

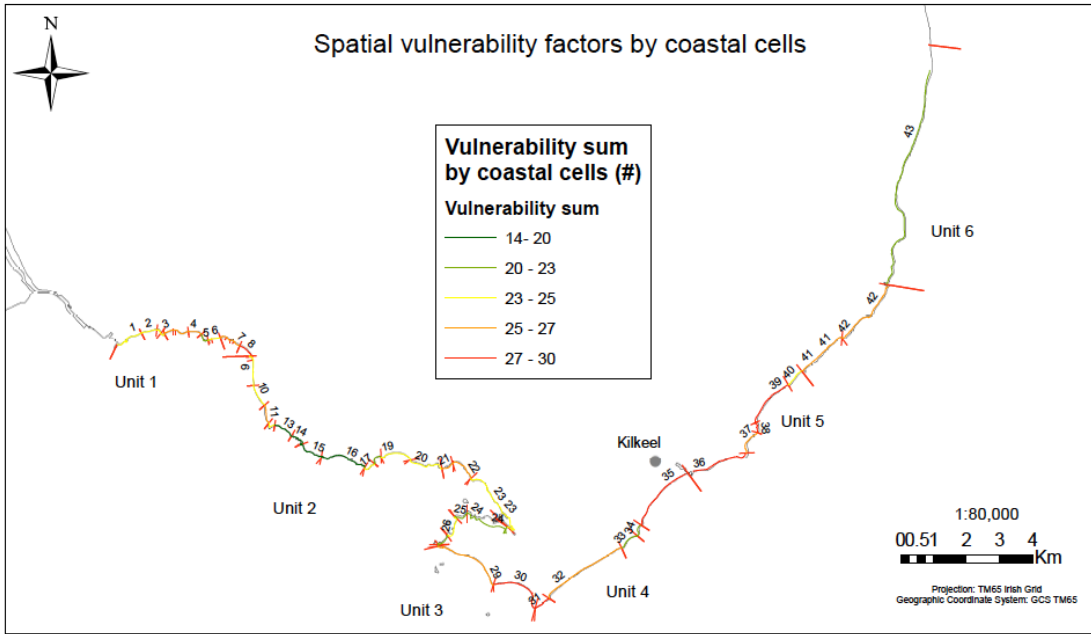


Figure VIII.2. Mean cell vulnerability scores by vulnerability cluster

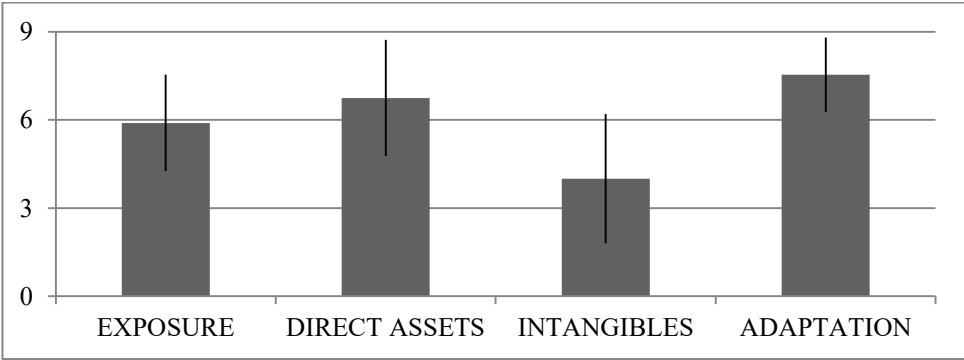
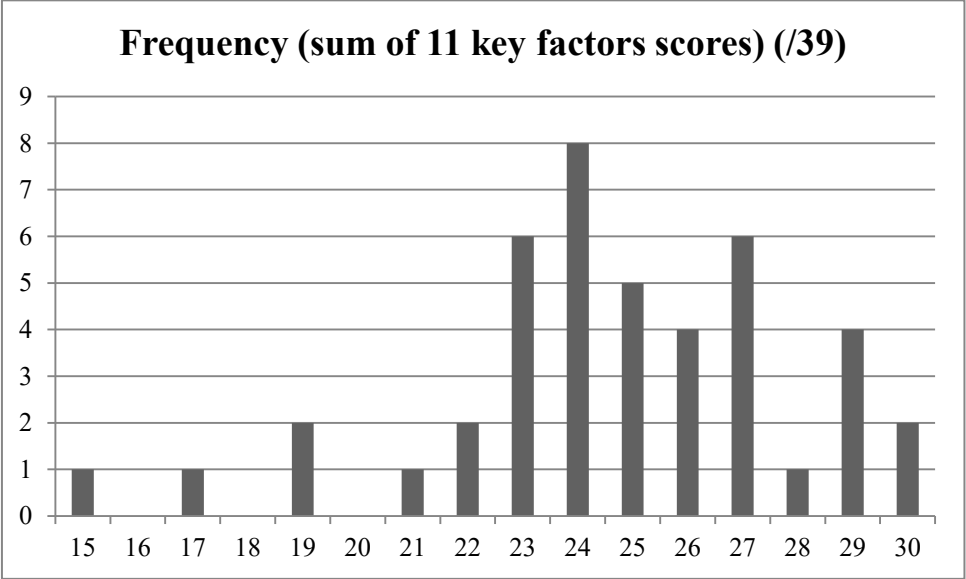


Figure VIII.3. Frequency distribution of cell-scale aggregated spatial vulnerability score



CHAPITRE 5 : DISCUSSION GÉNÉRALE

Ce chapitre est divisé entre cinq grandes sections. D’abord, nous ferons la synthèse des contributions scientifiques et des limites. Puis, nous les mettrons en perspective du point de vue scientifique et du point de vue social, ce qui nous amènera à discuter de la contribution de la multidisciplinarité à l’analyse de vulnérabilité. Ensuite, nous ferons un retour sur le cadre de recherche (objectifs, hypothèse) pour statuer sur le succès de la démarche. Nous présenterons ensuite deux sections de perspectives : une sur le rôle du climat dans la vulnérabilité côtière et une autre sur les implications en matière d’adaptation pour les communautés côtières. Des pistes de recherche (PR) sont identifiées tout au long du texte, synthétisées à la fin dans l’encadré 5.1, et présentées au long dans l’annexe O.

5.1 Rappel des contributions et limites

5.1.1 Contributions scientifiques

C’est grâce à une approche multidisciplinaire de l’évaluation de la vulnérabilité que la majorité des contraintes exposées dans l’introduction ont pu être prises en compte. Cette approche a permis d’effectuer des innovations à de multiples niveaux : l’intégration de l’aléa d’érosion, l’intégration de l’héritage d’adaptation, la polyvalence, la résolution, l’intégration des perceptions de risques, l’intégration des perceptions de la gouvernance, l’intégration du contexte institutionnel, la complexité, la reproductibilité.

Aléas – D’abord, du point de vue des aléas, nous avons comblé une lacune majeure de plusieurs évaluations de vulnérabilité en intégrant les impacts de l’érosion côtière selon un modèle prédictif basé sur un principe de précaution, tout en considérant la

présence du risque de submersion. Les quelques études qui se sont attardées aux impacts de l'érosion n'étaient pas complètes du point de vue de la projection, négligeant le potentiel d'événement extrême et ayant des données historiques à faible résolution spatiale (Valpreda and Simeoni, 2003). Également, notre étude innove en intégrant la conjugaison des aléas d'érosion et de submersion à la localisation des sites à fort potentiel d'occurrence de multiples aléas (i.e. *hotspots*), bien que sommairement (voir section 5.1.2 Limites).

Intégration de l'héritage d'adaptation – Puisque la littérature avait révélé l'importance des structures mal adaptées dans la résilience face aux changements anticipés, nous avons développé un protocole pour évaluer l'adéquation entre les structures de protection et le type de côte, ce que nous définissons aussi comme l'héritage d'adaptation, et l'avons intégré à l'analyse de vulnérabilité, ce qui, à notre connaissance, n'avait pas été réalisé jusqu'à maintenant.

Perceptions des risques, de la gouvernance, analyse institutionnelle – Une des innovations importantes de cette thèse touche aux représentations citoyennes et des acteurs du milieu quant aux risques côtiers et à la gouvernance de la zone côtière. Les perceptions étaient jusqu'à maintenant sous-représentées dans les évaluations de vulnérabilité, alors que plusieurs auteurs utilisaient des données de recensement ou de simples généralités pour traiter des aspects sociaux (Boruff et al., 2005). Cependant, notre *Diagnostic* accorde autant d'importance et requiert autant d'énergie dans la collecte de données touchant au milieu humain qu'au milieu physique, pour analyser les représentations et réaliser une cartographie des acteurs institutionnels. Cette approche raffine nettement l'analyse des facteurs socio-économiques qui contribuent à la vulnérabilité d'une communauté. En particulier, les perceptions de la gouvernance et l'analyse des interactions entre les acteurs institutionnels au sein d'une évaluation de la vulnérabilité constituent une nouveauté qui à notre connaissance n'avait pas été réalisée auparavant. Il pourrait être intéressant de

pousser cet aspect par une étude longitudinale sur l'évolution des perceptions (PR 1) et sur la variabilité intercommunautés, tant du côté des perceptions que des dynamiques institutionnelles à l'intérieur d'un même pays (PR 2).

Polyvalence – La méthode développée est aussi dotée d'une polyvalence d'application à des milieux naturels et diversifiés. En effet, sur la base de la classification côtière, cette méthode permet de traiter dans un tout une grande diversité de types de côtes. Ceci permet d'aller plus loin que les nombreuses études des systèmes côtiers simples ou isolés (e.g. Cazes-Duvat, 2001). Cet aspect est particulièrement pertinent pour des paysages quaternaires où la géodiversité linéaire est très élevée, comme dans le Saint-Laurent. Dans le même souffle, l'application à trois études de cas assure aussi sa reproductibilité.

Résolution – La classification côtière et les taux d'érosion calculés à une résolution de 15 m au sol ont permis d'améliorer l'échelle des données spatiales. En effet, jusqu'à maintenant, les analyses de vulnérabilité étaient assez générales, supposant un système côtier comme constant, dans tout un comté (Boruff et al., 2005) ou au mieux avec des transects aux cinquante mètres (e.g. Del Río and Gracia, 2009). Dans notre étude, les données récoltées et les calculs de taux d'érosion ont une résolution suffisante pour identifier des effets locaux induits par les structures de protection. Le développement de technologies comme le LIDAR ont récemment amélioré les résolutions possibles et pourraient davantage repousser ces limites (PR 3). Toutefois, le temps de traitement des données LIDAR est très long, pour retirer les effets non linéaires et identifier la position de la ligne de rivage ou d'autres seuils géomorphologiques. De plus, ces données seraient en décalage important avec les taux d'érosion historiques basés sur de l'imagerie aérienne classique, qui ne permet pas d'atteindre une résolution aussi précise. Ainsi, notre étude offre un compromis avantageux avec une résolution adéquate pour la gestion du milieu et un temps de traitement réaliste, tout approprié pour une évaluation rapide (*rapid appraisal*) de la

vulnérabilité. De même, les enjeux humains qui peuvent être spatialisés, comme les bâtiments et réseaux, ont été traités à une résolution qui s'accorde avec la classification côtière.

Complexité - Une autre limite repoussée est celle de la complexité, de deux manières. En premier lieu, dans l'évaluation d'impacts, la démarche présentée intègre une plus grande part de complexité du système communautaire : les impacts indirects sur les communautés sont évalués, via la cartographie des valeurs intangibles du paysage, ce qui n'avait pas été fait auparavant dans une analyse aussi synthétique d'une communauté. La rapidité et l'aisance de collecte de données, le pouvoir de mobilisation qu'elle procure aux citoyens et la crédibilité que cette dernière procure auprès des gestionnaires en font un outil très intéressant pour les évaluations de vulnérabilité en soutien à la gestion du milieu. En deuxième lieu, en allant à la rencontre des citoyens tant pour les perceptions que pour les valeurs du paysage, on intègre le savoir citoyen, ce qui réduit le davantage le fossé entre l'évaluation théorique et les enjeux réels. Autrement, si un système complexe comme l'écosystème côtier ne peut être représenté dans son entièreté dans un modèle, par définition, il serait tout de même avantageux d'inclure d'autres dimensions de la vulnérabilité côtière : il faudra s'attaquer à une meilleure intégration des services écosystémiques (PR 4), à l'aspect de l'évolution de la vulnérabilité selon différentes trajectoires d'adaptation (PR 5) et à l'enjeu d'accessibilité à l'espace public qu'est la zone littorale en raison de la disparition de certains accès par l'érosion (PR 6). Cependant, c'est un défi qui semble réalisable pour la vulnérabilité spatiale, mais qui nécessitera davantage de créativité pour le domaine socio-économique.

Reproductibilité – Enfin, une dernière limite repoussée a été celle d'améliorer grandement la reproductibilité d'une analyse de vulnérabilité. Si jusqu'à maintenant la plupart des analyses de vulnérabilité étaient réalisées de manière contextuelle, dans un pays, dans une communauté, dans un type de côte, pour un type d'aléas, la nôtre

fournit au contraire une manière structurée d'intégrer toutes ces perspectives en utilisant un vocabulaire institutionnel inclusif et en intégrant plusieurs types de côtes et aléas. L'analyse de la robustesse de la démarche pourrait être davantage étudiée en étendant l'évaluation à d'autres communautés dans les mêmes pays (PR 7).

5.1.2 Limites

Du point de vue des limites, les discussions de chacun des articles font déjà état de plusieurs d'entre elles. Les principales concernent la taille de l'échantillon du sondage, la simplification et l'agrégation des variables, la projection d'érosion et de l'aspect des compétences et ressources nécessaires pour réaliser une telle étude multidisciplinaire. Elles sont résumées ici, et une réflexion supplémentaire sera portée concernant l'intégration du risque de submersion, l'évaluation de l'adéquation des structures de protection et la robustesse du diagnostic.

Taille – D'abord, la taille de l'échantillon du sondage, située à 125 répondants et distribuée entre 32 et 57 par communauté, a été abordée dans l'article 1 (chapitre 2) et pourrait être longuement rediscutée. Ce qui est à retenir, c'est que la collecte a été systématique, et que dans l'ensemble la taille est intermédiaire entre une étude basée sur des entrevues longues et entre un sondage basé sur des moyens massifs avec plusieurs milliers de répondants, tels que les sondages de tendances politiques ou de marketing. Dans une visée de portrait descriptif rapide et d'élaboration d'indicateurs basée sur l'ensemble des trois communautés, une taille intermédiaire d'échantillon est appropriée et crédible. Ajoutons que la taille de notre échantillon est similaire à celle d'autres études sur les perceptions en zone côtière, en Grèce (156 répondants) et en Slovénie (157 r.), et supérieure à plusieurs autres, dont une étude britannique (84 r.) (Brilly and Polic, 2005; Jones et al., 2011; Myatt et al., 2003). Ainsi, notre échantillon a une taille valable en comparaison. Nous avons aussi pris soin d'ajuster la précision des données (% sans décimales) et de limiter les scores d'indicateurs à

des catégories générales plutôt qu'à des % précis, assurant ainsi une faible influence advenant un biais statistique de quelques %. La qualité de notre étude se trouve ainsi somme toute peu affectée par la taille de l'échantillon.

Simplification et agrégation – Du côté des simplifications et agrégations nécessaires, l'aspect subjectif de la démarche a été gardé au minimum. Par exemple, pour assurer la possibilité de transférer la démarche à d'autres communautés sans biais supplémentaire, deux principaux normalisateurs ont été utilisés dans l'élaboration des indicateurs de vulnérabilité spatiale des enjeux et des valeurs du paysage : la longueur du trait de côte dans chaque cellule ou le nombre de répondants, selon l'origine de la donnée brute, la classification côtière ou le sondage. Également, le niveau d'agrégation été gardé au minimum en conservant une échelle multicritères (10 critères de vulnérabilité spatiale), évitant ainsi le piège de la pondération des facteurs. Également, 3 à 5 catégories simples ont été sélectionnées pour assurer une représentation visuelle de la donnée, mais grâce au visualiseur de vulnérabilité spatiale, un accès rapide à la donnée détaillée est possible pour qui s'y intéresse. La question se pose également pour les scores de perceptions. Les seuils de scores ont été élaborés en tenant compte des distributions des trois sites d'étude et de la simplicité de reproduction, par exemple les quintiles, ce qui en fait des seuils objectifs. Finalement, grâce à la programmation du traitement des données, qui voudrait mettre à jour ces scores le pourrait facilement, sur la base d'un plus grand échantillon.

Projection d'érosion – Du côté de la projection d'érosion, tel que discuté dans l'appendice IV du dernier article (chapitre 4), les projections d'érosion ne sont pas suffisantes pour la cartographie du risque et ne prétendent pas l'être : nous préférons parler d'exposition à l'aléa. Nous avons adopté une approche par précaution en utilisant des marges de sécurité minimales conservatrices, ancrées dans la projection linéaire des tendances passées, doublée de scénarios d'accélération. Soulignons que

cette méthode n'a pas la prétention d'atteindre un niveau d'exactitude quant à la position future du trait de côte, mais plutôt une manière d'identifier les sites potentiellement problématiques où l'érosion a été intense par le passé et où un événement extrême pourrait entraîner des reculs significatifs. Pour atteindre un niveau d'exactitude similaire aux modèles prédictifs, des données *in situ* sont fondamentales et pourront être obtenues par le suivi (monitoring) de l'érosion côtière durant les prochaines décennies (PR 8). Ces données permettront aussi l'intégration essentielle des interactions dynamiques entre l'érosion et la submersion (déferlement, jet de rive). Une autre innovation scientifique nécessaire pour l'avenir sera l'intégration de nouvelles technologies (LIDAR), dont les coûts sont encore élevés, mais ils pourraient baisser avec l'utilisation de drones. Ceci permettra d'améliorer la résolution et la certitude quant à la position du trait de côte (voir PR 3). Il restera toujours cependant un certain aspect subjectif dans le positionnement du trait de côte, alors que la nature ne répond pas qu'à des règles systématiques de positionnement dans les divers environnements côtiers, humanisés ou non. Néanmoins, du point de vue de la géomorphologie dynamique, des avancées statistiques seront toujours nécessaires pour solidifier les projections. Une possibilité serait d'élaborer un modèle statistique par régression multiple pour calibrer les poids des facteurs d'érosion. La base de données constituée par classification géomorphologique durant cette thèse pourrait être bonifiée de paramètres supplémentaires telles l'inclinaison saisonnière du haut estran (par LIDAR) et la dureté du substrat (en imposant une matrice issue de la carte géologique et une grille de référence pour les matériaux meubles). Vu l'étendue des territoires couverts (près de 100 km au total), il est probable que cette base de données bonifiée permettrait de faire un modèle statistique des paramètres explicatifs du déplacement du trait de côte avec une bonne robustesse, comme dans l'approche bayésienne de Gutierrez et al. (2014) (PR 9). Néanmoins, comme l'introduction l'a exposé (section 2), il restera une grande incertitude sur la variable

dépendante (les taux d'érosion) qui provient de la faible étendue temporelle des couvertures et donc de l'incertitude.

Submersion – Dans le même ordre d'idées, le lien entre l'analyse d'impacts de l'érosion et celle de la submersion a été plutôt sommaire et mériterait d'être abordé plus en profondeur (PR 10). D'une part, un des intrants à l'exposition est actuellement la carte d'inondation, normalisée et disponible dans la plupart des pays européens, mais ce n'est pas le cas du Québec. D'autre part, la formule est simpliste (présence/absence de risque d'inondation), et l'autocorrélation spatiale entre l'occurrence d'érosion et de submersion mériterait d'être mesurée plus finement. L'utilisation des cotes de submersion en relation dans chaque segment côtier serait une contribution précieuse, mais laborieuse, même s'il est évident qu'il reste des améliorations à apporter pour raffiner la fonction de transfert entre les cotes altitudinales et les cotes de submersion réelle qui tiennent compte du jet de rive et du déferlement en présence de structures de protection (Bernatchez et al., 2011) (PR 11).

Adéquation des structures de protection – L'ajout d'un paramètre spatial concernant l'adéquation des structures de protection est une innovation importante, car elle inclut le phénomène de rétroaction humaine face à l'érosion côtière et qualifie cette réaction comme appropriée ou non. Cependant, cette référence « appropriée » cache le postulat que des experts s'entendent sur ce qui est approprié ou non. En vérité, la grille de référence que nous avons établie fait consensus au sein des scientifiques qui soutiennent une « gestion durable forte » au sens de Dietz et Neumayer (2007), favorisant les services écosystémiques naturels. Cependant, cette vision n'est pas nécessairement partagée par tous les experts de la zone côtière, notamment le courant d'ingénierie côtière qui prétend pouvoir remplacer les fonctions naturelles de l'écosystème par des avancées technologiques tel que le *sand engine* au Pays-Bas (Stive et al., 2013). Si les principes de ce courant de « Construire avec la nature » sont intéressants dans les paysages humanisés (Huib de Vriend van Koningsveld,

2012), ils constituent néanmoins une modification anthropique des habitats naturels. Il y a donc un débat au sein même de la communauté d'experts et notre camp est celui de la durabilité forte. De plus, il n'est pas envisageable pour les communautés rurales, comme celles étudiées, d'avoir la masse critique de ressources pour justifier et financer l'usage de mesures extraordinaires comme le *geoengineering* et la protection « mur-à-mur ». À cela s'ajoute la perspective de l'augmentation des pressions sur le milieu en raison des changements climatiques. Il nous semble illusoire de considérer que nos technologies constituent la meilleure protection dans un contexte d'ambiguïté tel qu'il se présente actuellement. Cette grille de référence constitue donc en un sens un biais éditorial, mais qui est partagé par de nombreux auteurs éminents (Bernatchez et al., 2011; Cooper and Pilkey, (eds.) 2012). Ce point a d'ailleurs été discuté en profondeur dans l'annexe VII du dernier article.

Fiabilité du diagnostic – La démarche diagnostique est ici une analyse empirique de plusieurs dimensions d'un système et les deux principales sources d'erreurs pouvant affecter les résultats du diagnostic sont les incertitudes et la possibilité d'être tombés sur des cas particuliers. D'une part, les incertitudes quantitatives sont nombreuses et ont été considérées à leur mieux dans l'évaluation de la vulnérabilité spatiale. Par exemple, concernant l'incertitude sur le taux d'érosion, nous avons estimé à 0,05 m/an l'incertitude due à la méthode (rectification de l'image, numérisation du trait de côte, etc.), et nous avons considéré que des variations inférieures à ce seuil étaient nulles, donc que la côte était stable. Quant aux autres paramètres de la vulnérabilité spatiale, l'approche entraîne des incertitudes insignifiantes, par l'utilisation de catégories binaires (présence/absence) ou par des échelles semi-quantitatives (e.g. largeur du haut estran : quasi-absente < 5 m à très très large > 50 m), où la mesure (précision au cm) comparée aux catégories (min. 5 m) indique une incertitude inférieure d'au plus 0,2 %, donc négligeable sur les scores finaux. Du côté des incertitudes dans les perceptions, les principales limites du sondage ont été énoncées ci-haut (section *taille*) et nous avons toujours arrondi au pourcentage près. En ce qui a

trait aux analyses qualitatives, comme les analyses d'outils de gestion et la cartographie des acteurs, un premier groupe d'incertitudes provient des gestionnaires rencontrés. La crédibilité et la fiabilité ont été assurées en sélectionnant soigneusement les acteurs sur la base de leur contribution à la GIZC et en misant sur la diversité des acteurs. Du côté du nombre, la taille de l'échantillon est de 9 à 20 par communauté pour un total de 43 acteurs interviewés. L'ensemble est raisonnable, mais aurait eu avantage à être plus élevée dans chaque pays. C'est donc plausible qu'il manque certains éléments dans chaque pays, mais nous avons néanmoins remarqué que dès que nous avons atteint le seuil de 10 ou 12 acteurs, il y avait déjà saturation d'une partie significative des réponses. C'est somme toute une limite mineure de l'étude. Un autre groupe d'incertitudes, difficile à évaluer dans l'approche qualitative, est la possibilité d'être tombé sur des cas isolés ou aberrants. Cela demeure une possibilité, mais l'approche comparative avec laquelle nous avons développé le diagnostic a permis de réduire au minimum cette possibilité en fournissant une diversité de cas et de contextes, forçant le développement d'indicateurs et de méthodes polyvalents et transférables. Par contre, l'objectif de développement méthodologique robuste n'est pas entravé par cette possibilité. Il existe cependant des dénominateurs communs entre les cas qui limitent la portée du diagnostic : ce sont trois communautés plutôt rurales, d'importance administrative marginale et de faible densité de population. Ainsi, il faudrait sans doute repenser certains aspects de la méthode afin de pouvoir l'appliquer à un milieu urbain (PR 12). En somme, nous avons soigneusement contrôlé les sources d'incertitudes, ce qui soutient la fiabilité et la reproductibilité de la méthode à évaluer la vulnérabilité intégrée des communautés côtières rurales.

Compétences et ressources – Une dernière limite concerne les ressources nécessaires pour produire le diagnostic. Les approches multidisciplinaires nécessitent des compétences diverses, ce qui a soulevé certains problèmes dans les études précédentes de vulnérabilité (Meur-Férec et al., 2008). Nous avons surmonté cet

obstacle parce que le cadre de réalisation de ce projet académique était multidisciplinaire dans son essence, en sciences de l'environnement, d'où la possibilité d'être formé et de s'entourer de spécialistes de plusieurs disciplines.

Du côté des ressources, la recherche a nécessité 4 mois-personnes de terrain additionné d'environ 1 mois de post-traitement par communauté, ce qui apparaît très raisonnable pour un profil rapide et multidisciplinaire de vulnérabilité. Dans une perspective d'étendre le diagnostic à d'autres communautés, il y a une part de l'analyse du contexte externe qui est transférable et donc un deuxième diagnostic dans une autre communauté avoisinante devrait être plus rapide. Également, il existe le risque de sous-estimer le temps requis pour la collecte des données numériques pour faire la cartographie, mais les développements technologiques pour le partage de ces données devraient en améliorer la rapidité (PR 13). Par exemple, GoogleEarth fournit dorénavant des séries de couvertures « historiques », qui méritent sans doute d'être géorectifiées de nouveau, mais la libre circulation des données environnementales s'améliore d'année en année. La possibilité de transformer le visualiseur de vulnérabilité en boîte à outils de cartographie (*toolbox*) est aussi à évaluer sérieusement (PR 14) : elle permettrait de générer automatiquement un chiffrier (Excel) pour les utilisateurs non connaisseurs des SIG, se ferait à moindre coût (1-2 mois de travail) et accélérerait la démarche de production des sorties finales. Elle aurait aussi l'avantage de mettre en évidence les différentes étapes de pondération qui pourraient être contrôlées par l'utilisateur.

5.2 Mise en perspective

Nous mettrons en perspective les contributions du point de vue scientifique et social.

5.2.1 Perspective scientifique

À la frontière entre la science et l'application, la vulnérabilité reste un concept unificateur recommandé par les organisations internationales pour lutter contre les catastrophes provenant des risques naturels ou des impacts des changements climatiques (e.g. IPCC, UNISDR). Toutefois, le principal défi de cette thèse en était un d'intégration, celui de faire converger de multiples perspectives disciplinaires à propos de la vulnérabilité côtière pour rendre un diagnostic éclairé et opérationnel quant aux différents facteurs clés qui contribuent à la vulnérabilité d'une communauté.

Plusieurs écoles d'approches de la vulnérabilité côtière et plusieurs modèles conceptuels ont été décrits dans l'introduction.

5.2.1 1 Retour sur l'évaluation des perceptions

En ce qui concerne l'étude des perceptions, l'approche privilégiée dans cette thèse est celle que les psychologues appellent « psychométrie » (Slovic, 1987), et non celle des « représentations » (Moscovici, 1988, 2003). En effet, le principe choisi est d'estimer la différence entre ce que pensent les gens non experts et la « convergence des observations avec les tendances et mesures documentées par la science » (section 1.4.2.2), fondée sur la notion de « biais » (« perception très adéquate »). Ce choix provient des contraintes associées à l'objectif principal d'intégration à une évaluation de la vulnérabilité qui soit reproductible. C'est-à-dire qu'au moment de réaliser cette thèse, l'école des « représentations » n'offrait pas de cadre ou d'outil qui apparaissait converger avec l'identification systématique de facteurs de vulnérabilité. Le

questionnaire développé par Freisinger et Bernatchez (2010) s'inscrivait parfaitement dans cet objectif et est apparu un choix naturel. C'est pourquoi l'évaluation des perceptions a été privilégiée. Ce courant est d'ailleurs en convergence avec la littérature sur le lien entre les citoyens, les changements climatiques et les institutions (Lemieux et al., 2013; Weber and Stern, 2011).

Toutefois, ce choix comporte certains inconvénients. Par exemple, on pourrait argumenter que cette approche fondée sur les « biais de perception » cache un postulat d'une réalité « objective », qui risque de devenir « normative », se référant à une pensée scientifique unique. Certes, l'approche psychométrique est souvent ciritquée par la théorie des représentations sociales (Moscovici, 1988, 2003), dont l'objectif est davantage de comprendre ce que pensent les gens (sans évaluation normative) et d'analyser les processus qui expliquent leurs positions. Mais en quoi ces contributions analytiques et descriptives servent-elles concrètement la réduction de la vulnérabilité ? L'approche psychométrique semblait plus aisée à intégrer dans un cadre d'identification des facteurs de vulnérabilité.

Bien sûr, les sources des perceptions ou des représentations ne dépendent jamais simplement de catégories sociales prédéfinies (descripteurs socio-démographiques). Il y a beaucoup d'autres raisons qui peuvent expliquer la relative « insouciance » de communautés comme Chipiona sur le sujet des risques côtiers.

Il faut cependant reconnaître que pour éviter de tomber dans une approche normative, il serait plus adroit de parler de « convergence » entre la science, les citoyens et les gestionnaires que de « cohérence ». Cette question terminologique n'apparaît cependant pas majeure, puisque d'un autre point de vue, la cohérence dans le domaine de la physique des ondes implique une mise en résonance, donc une convergence.

Toujours est-il que le risque de tomber dans le normatif existe, mais il est justifié dans certains cas. En effet, les sceptiques face à la remontée du niveau marin se font de plus en plus rares et quand un risque devient certain, alors une approche de gestion normative est justifiée pour protéger la santé et sécurité des populations (Renn, 2008). Ainsi, dans un contexte de gestion durable des côtes face à la remontée du niveau marin, il existe bel et bien la nécessité de modifier des choix de solutions face aux aléas côtiers (« conscientisation fonctionnelle »). En d'autres termes, il s'agit de la nécessité d'un alphabétisme écologique des changements climatiques (Orr, 1992). Dans ce cas, comment concevoir une co-construction des savoirs, si l'un sait et l'autre se trompe ? Pour y répondre dans un contexte qui vise la réduction de la vulnérabilité, la réponse est qu'il faut voir la question autrement : comment scientifiques, citoyens et gestionnaires peuvent-ils en arriver à reconnaître ensemble le contexte de changement de l'équilibre dynamique des côtes et apprendre ensemble à changer leurs comportements pour tendre vers un nouvel équilibre dynamique ? La co-construction des savoirs n'est pas tant dans la dimension de la représentation des risques, que celle du tangible : développer des techniques appropriées pour co-construire le savoir (quels sont les meilleurs vecteurs de transfert de connaissance sur l'alphabétisme écologique?), du savoir-être (comment détecter et répondre aux différentes réactions face au changement, dont certaines atteignent l'intégrité et la sécurité des individus?) et du savoir-faire (comment construire les habiletés de gouvernance participative?).

D'ailleurs, dans le contexte émergent de l'étude des trajectoires d'adaptation, une avenue intéressante est celle d'évaluer l'évolution des perceptions dans le temps et leur influence sur la vulnérabilité.

5.2.1.2 Retour sur les écoles d'évaluation de la vulnérabilité côtière

En premier lieu, le *Diagnostic* a été construit à partir de chacune de ces écoles et en voici leur influence respective. L'école américaine dans le courant des sciences naturelles est caractérisée par ses indices de vulnérabilité (Thieler and Hammer-Klose, 1999) et cet aspect est présent dans le *Diagnostic*. En effet, l'analyse spatiale fait appel à des indices au niveau de la population, des bâtiments et des réseaux, car en sus du dénombrement selon différents scénarios, il fallait trouver une manière d'attribuer des contributions dans la vulnérabilité. Nous avons aussi utilisé des indices pour agréger les quatre composantes de la vulnérabilité spatiale à l'échelle des cellules hydrosédimentaires (exposition, enjeux, intangibles et adaptation/résilience). Toutefois, pour éviter la trappe obscure des agrégations où on perd la trace du contenu (ou « boîte noire »), il était important de conserver de manière tout aussi aisément disponible les données de base : pour la majorité des variables, nous représentons conjointement un graphique des données et son indicateur qui contribue à la vulnérabilité. L'analyse des perceptions fait aussi appel à des indices basés sur le degré de conscientisation fonctionnelle des risques et sur les perceptions de la gouvernance. Ces jeux d'indicateurs sont novateurs et contribuent à offrir un cadre systématique pour comparer les perceptions. Il n'existe pour l'instant pas d'équivalents dans la littérature et leur portée est donc importante.

Pour continuer, l'école allemande, caractérisée par l'approche de modélisation (Hinkel, 2005; Hinkel and Klein, 2007; Ionescu et al., 2008), soulevait une des lacunes majeures des analyses de vulnérabilité : l'absence de modèle prédictif dans les aléas (Hinkel, 2011). Nous avons intégré cette critique dans l'analyse spatiale, avec un modèle de projection de l'érosion selon trois scénarios basés sur des marges de sécurité pour suivre un principe de précaution. Toutefois, l'aspect dynamique, en particulier les rétroactions entre les structures de protection et les aléas reste une limite que nous n'avons pu franchir. Nous avons tout de même intégré l'adéquation

des structures en tant que variable dépendante du type de côte et de structures, mais pas dépendante envers le temps. Cela nous apparaît suffisant puisque l'introduction de certains scénarios de rétroaction sur les taux d'érosion et sur la submersion pourraient être faits, mais ils réduiraient l'objectivité de l'évaluation puisque :

1. étant donné l'état limité des connaissances à ce sujet dans la littérature, il faudrait utiliser des hypothèses supplémentaires sur la quantification des rétroactions, ce qui introduirait davantage de biais;
2. ces rétroactions multiplieraient la complexité des analyses et ajouteraient un niveau supplémentaire d'agrégation de la vulnérabilité future (selon divers scénarios), ce qui amenuise à chaque fois la possibilité pour des non-experts de bien apprécier les résultats.

En somme, nous assumons cette limite parce qu'il faut trouver un juste équilibre dans la conceptualisation : trop d'interactions comme dans le modèle de Hinkel (2005) deviennent une conceptualisation incompréhensible pour les usagers et contribuent à rendre la science hermétique. Notre approche a l'avantage d'accorder une certaine importance à l'interaction entre les structures de protection et le trait de côte, tout en guidant de manière implicite vers des pistes d'actions pour réduire la vulnérabilité, tant du point de vue spatial (degré d'adéquation des infrastructures, type de côte, % de protection du milieu, présence de mesures d'adaptation d'ingénierie « douce », nombre de bâtiments stratégiques exposés), que socioéconomique (le degré de conscientisation, le degré de cohérence entre les citoyens et les gestionnaires à propos de l'architecture de la gouvernance).

Ensuite, l'école espagnole, basée sur l'utilisation du sol et des indices composites (Del Rio and Gracia Prieto, 2007; Domínguez Garrido et al., 2007-2008), a teinté la démarche surtout dans la quantification des perceptions. Quant à l'utilisation du sol, elle est implicite dans l'analyse spatiale par le biais de la quantification des superficies de terrains exposées et par la représentation des affectations dans le bâti

(résidentiels, commerciaux, bâtiments d'agriculture) et les valeurs intangibles (milieu naturel, lieux spirituels, etc.).

Concernant l'école du Royaume-Uni, caractérisée par sa base spatiale et multi-échelle, combinée à l'importance des variables socioéconomiques, elle a confirmé l'importance de produire un outil de représentation spatiale. Par contre, nous avons plutôt abordé la notion d'échelles en termes de facteurs internes et externes à la communauté afin de mieux faire ressortir les interactions entre ces deux échelles, une des lacunes de l'approche initiale de cette école. Comparativement à son traitement des variables socioéconomiques (ou d'enjeux), nous avons également repoussé les limites disciplinaires en introduisant les perceptions et l'analyse institutionnelle.

Finalement, du côté de l'école française, la perspective multidisciplinaire offerte par Meur-Férec et al. (2008), a clairement servi de base au développement de la démarche du *Diagnostic*, alliant des aspects d'aléas, d'enjeux, de perceptions et d'analyse documentaire. Cependant, nous sommes allés au-delà de cette démarche grâce à toutes les contributions individuelles énoncées à la section 5.1.1, particulièrement en améliorant grandement le traitement de l'érosion, la représentation spatiale et la quantification des perceptions de la gouvernance. Le cadre conceptuel de vulnérabilité s'en distingue aussi, comme discuté ci-dessous (section 5.2.1.2).

En somme, ces nombreux rapprochements avec les études de vulnérabilité côtières les plus à jour et les innovations dans le traitement de plusieurs composantes de la vulnérabilité mentionnées dans les contributions attestent de la rigueur scientifique du *Diagnostic*. Au-delà de la rigueur et des études côtières, est-ce que le *Diagnostic* fournit une conception juste de la vulnérabilité?

5.2.1.3 Retour sur les conceptions de la vulnérabilité

Au niveau conceptuel, nous avons adopté une posture caractérisée par trois éléments principaux.

1. Une vulnérabilité résultant de plusieurs variables

La vulnérabilité proposée dans le *Diagnostic* est fonction non seulement des impacts relatifs aux contextes géographique (vulnérabilité biophysique) et sociétal (vulnérabilité sociale), mais aussi des facteurs d'adaptation et de résilience qui réduisent la vulnérabilité dans ces mêmes dimensions. Cette vision hiérarchique entre vulnérabilité et résilience n'est pas optimale au vu des derniers modèles conceptuels comme celui de Maru et al. (2014), où la capacité d'adaptation dépend de réponses complémentaires autant en termes de vulnérabilité (plus orientée sur les problèmes et à court terme) qu'en termes de résilience (plutôt au niveau du système et à long terme). Maru et al. (2014) appellent cela un modèle dynamique en « double boucles » où vulnérabilité et résilience sont reliées. Le *Diagnostic* est présenté plutôt de manière hiérarchique qu'égalitaire dans l'organisation de ces deux concepts, en raison de l'origine du projet qui portait sur la vulnérabilité. Cette faiblesse n'est cependant pas majeure à nos yeux, puisque le contenu de la résilience est présent dans l'analyse, tant du point de vue du système naturel, avec la proportion de côtes naturelles qui garantit une résilience naturelle, qu'au niveau social avec l'analyse du contexte de gestion de risque et de perceptions, autant de facteurs qui renforcent la résilience. De plus, la démarche s'inscrit parfaitement dans un courant reconnu d'évaluation de la vulnérabilité en tant que *end-point analysis* (Füssel, 2007), autrement dit où la vulnérabilité est la variable dépendante finale. Nous avons donc adopté une approche déjà entérinée au niveau scientifique.

2. Une vulnérabilité ancrée dans le milieu d'étude

Le *Diagnostic* propose une vulnérabilité caractérisée par son ancrage dans le milieu tant au niveau conceptuel que de la réalisation. C'est-à-dire qu'au niveau conceptuel la vulnérabilité proposée est une condition résultant du potentiel d'aléas, du contexte géographique et du contexte sociétal (« fabrique sociale »), au sens direct où Cutter l'utilise (Cutter, 1996; Cutter et al., 2003). Du côté de la réalisation du *Diagnostic*, tant au niveau des données biophysiques, des représentations des risques que de l'organisation institutionnelle, la démarche est ancrée dans le milieu. En effet, l'analyse construit sur des données source issues du milieu local, grâce aux mesures de terrain, aux sondages et entrevues des principales parties prenantes (dans une conception inclusive de la question), plutôt que de se fier uniquement à des statistiques ou des recensements. Nous avons même poussé la démarche jusqu'à la coconstruction des données sur certains aspects: en s'appuyant sur des cartographies citoyennes pour les valeurs intangibles du paysage. Selon nous, cette connexion étroite avec le milieu et à toutes les échelles est la meilleure garantie offerte pour représenter avec justesse la situation, tout en gardant une certaine distance ou objectivité sur la situation. Cela dit, du point de vue des retombées sociales, il y aurait davantage de bénéfices à conduire cette analyse de vulnérabilité avec un degré de concertation avec la population encore plus grand, où le scientifique jouerait davantage un rôle d'accompagnateur et de modérateur, afin de susciter l'appropriation des connaissances, des constats et des opportunités.

3. Une vulnérabilité multidisciplinaire

La dernière force scientifique du *Diagnostic* est d'être ancré dans la multidisciplinarité. La diversité des contributions grâce aux méthodes mixtes, telles qu'exposées à la section 5.1.1, illustre que la démarche s'accorde à une définition largement acceptée d'un authentique travail multidisciplinaire (voire transdisciplinaire si c'était possible de le concevoir dans un travail mené par une

seule personne): « l'équipe travaille en utilisant un cadre conceptuel partagé, élaborant ensemble des théories, concepts et approches disciplinaires pour résoudre un problème commun » ⁷ (Rosenfield, 1992). En effet, la vulnérabilité, ici, a servi de fil conducteur multidisciplinaire, autrement dit un concept unificateur qui permet de réunir une grande quantité d'information de différentes natures dans un ordre logique et reproductible, produisant le *Diagnostic*. Cette perspective commune n'a pas pour autant fait l'objet de compromis dans la rigueur disciplinaire. En effet, nous avons innové dans le traitement de plusieurs composantes particulières, soulignons une authentique perspective spatiale haute résolution ancrée dans la réalité terrain, autrement dit « territorialisé » selon November, XXXX, et des analyses aux plans psycho-socio-institutionnels.

Par ailleurs, nous avons aussi porté une réflexion approfondie sur l'organisation conceptuelle derrière l'analyse de vulnérabilité côtière à l'échelle des communautés. En effet, le *Diagnostic* est basé dans sa forme générale sur l'équation simplifiée de la vulnérabilité de Ionescu (2008) et McFadden (2007) (Équation. 1 dans l'introduction), et sur la classification de Füssel (2007) des quatre déterminants de la vulnérabilité d'un écosociosystème. Ceci permet de mieux faire ressortir d'une part les composantes de la vulnérabilité qui sont internes à la communauté de celles qui sont externes à la communauté, et d'autre part les composantes qui sont biophysiques de celles qui sont sociétales. Cette approche a un double avantage : celui de rapprocher l'échelle de mesure des facteurs de vulnérabilité de celle de l'utilisation. Il est ainsi plus aisé pour un décideur local ou national de voir les paramètres de la vulnérabilité qui le concernent et sur lesquels des stratégies de réduction de la

⁷ Traduction libre de : "Teams work using a shared conceptual framework, drawing together discipline-specific theories, concepts, and approaches to address a common problem". (Rosenfield, 1992)

vulnérabilité peuvent être élaborées. D'ailleurs, ceci, avec la plate-forme de transfert des connaissances, contribue grandement à l'opérationnalité de la démarche.

Ultimement, au-delà des limites et malgré le débat à propos du manque de mesurabilité et le flou du concept de vulnérabilité (Hinkel, 2011), les avantages de construire avec les communautés une telle évaluation détaillée de la vulnérabilité nous apparaît dépasser les limites méthodologiques et les coûts de terrain ou de traitement des données. Ce bilan positif établit donc la pertinence de travailler avec le concept de vulnérabilité d'un point de vue multidisciplinaire.

Bref, la contribution scientifique principale de cette thèse est un renouveau pour la vulnérabilité côtière à l'échelle des communautés, un *Diagnostic* juste et valide scientifiquement, basé sur des innovations méthodologiques du point de vue de l'intégration des perceptions des risques côtiers, particulièrement de l'érosion, mais aussi de la cohérence de perception citoyens-gestionnaires à propos de la gouvernance de la zone côtière et du contexte institutionnel influençant la vulnérabilité. La réception favorable des résultats au sein des communautés soutient cette conclusion et témoigne d'une satisfaction certaine. Ces innovations ouvrent la porte à l'édification de stratégies d'adaptation pour les communautés.

5.2.2 Perspective et portée sociale

Le Diagnostic de vulnérabilité proposé est une contribution importante du point de vue social. Les communautés tirent d'abord des bénéfices immédiats des résultats. La démarche diagnostique a entraîné la production d'information scientifique locale, par la cartographie de la vulnérabilité spatiale et l'identification d'autres facteurs socio-économiques spécifiques à leur communauté, le tout en 4 mois-personnes de terrain et 1 mois de post-traitement. La démarche proposée ouvre donc la porte à des analyses intégrées de la vulnérabilité rigoureuses, complètes et à faible coût. En

faisant le transfert vers d'autres communautés, elle gagnerait d'ailleurs en crédibilité. Ensuite, il nous importait que la représentation des données interpelle les utilisateurs finaux, ce qui a été réalisé en produisant autant des nombres qu'un texte résumé de la vulnérabilité pour chaque cellule hydrosédimentaire, ainsi que des outils visuels qui résument les aspects qualitatifs (cartographie des acteurs, scores de perception, tableaux de mesures de gestion ancrées dans la communauté). Également, que ce soit par le biais de résultats s'adressant aux non-experts en SIG et en utilisant une plateforme polyvalente (chiffrier Excel), la démarche exprime le souci constant d'une production scientifique socialement pertinente.

Du point de vue du réseautage, la démarche a l'avantage de mobiliser les acteurs clés autour du thème de la vulnérabilité et de l'érosion côtières. D'ailleurs, s'il est difficile de mesurer les effets du projet au niveau des institutions, c'est le contraire chez les citoyens. En effet, après le projet à Kilkeel, et suite à un hiver particulièrement rigoureux ayant entraîné des reculs des falaises en 2014, les résidents se sont mobilisés pour interpeler les autorités autour de la question de l'érosion (Mourne Observer, 2014-03-25). C'est donc en un sens une confirmation de nos résultats et que l'érosion côtière est sur une voie d'y être un sujet d'intérêt communautaire.

Au chapitre du réseautage, une des limites dans la portée sociale concerne l'instabilité des acteurs rencontrés, qui limite la possibilité de construire une démarche durable d'accompagnement. En effet, en deux ans, durée entre la collecte et la présentation, plusieurs contacts d'acteurs n'étaient plus valides, ce qui indique un taux élevé de roulement de personnel dans les institutions. Ce roulement est un frein certain à construire des démarches collaboratives durables.

Ensuite, au-delà de la collecte de données et de la production scientifique, l'étape suivante est celle de l'appropriation des données par les communautés. Les résultats préliminaires ont été présentés, et bien reçus, lors de soirées publiques à Kilkeel et Chipiona. Dans ces communautés où aucune sensibilisation sur la question de la

vulnérabilité côtière n'avait été faite, le soutien des organismes environnementaux locaux à l'organisation de ces soirées de présentation démontre l'émergence d'un intérêt pour le sujet. Le visualiseur de vulnérabilité ne leur a pas encore été présenté, mais pourrait susciter un vif intérêt auprès des acteurs rencontrés. D'ailleurs, l'ensemble des informations produites est pertinent pour l'identification des options d'adaptation pour ces communautés, alors qu'elles attirent l'attention sur les sources de vulnérabilité et permettent donc d'identifier les avenues où les actions pourraient réduire le plus la vulnérabilité. Il serait donc avantageux de poursuivre la collaboration avec ces communautés.

Du côté des retombées à long terme pour les communautés, indirectement, les sondages constituent un véhicule de sensibilisation auprès de la population. D'une part, le sondage a eu un effet sur le nombre de personnes ayant entendu parler de vulnérabilité à l'érosion côtière : même si le nombre d'habitants était limité, pour Kilkeel et Chipiona, c'était significatif comparé à l'absence d'information comme c'était le cas au départ. D'autre part, il a eu des effets sur la qualité de la sensibilisation. L'exercice de cartographie des valeurs intangibles du paysage a connu un succès spontané dans les trois villages, et les participants rapportaient leur sentiment de valorisation et d'implication suite à cet exercice. Cette activité gagnerait donc à être utilisée en dehors des contextes académiques. Aussi, dans la majorité des cas, après chaque sondage, il y avait une opportunité d'éducation populaire au sujet de la dynamique côtière, des effets des structures rigides, etc. Même si le temps ne le permettait pas toujours, ces échanges informels contribuent à une certaine sensibilisation et constituent un bénéfice à long terme pour la communauté.

Au niveau institutionnel, même si seul un suivi explicite avec les acteurs rencontrés pourrait en attester, nous espérons que les entrevues auront contribué à améliorer la vision de la gestion de la zone côtière dans les différents ministères et organismes; une vision multidisciplinaire, dynamique, à long terme, multirisque, et soutenue par

des bases scientifiques solides endossées par le milieu local. S'accorder sur ces bases contribuerait certainement à réduire la vulnérabilité des communautés locales.

En somme, nous avons tenté de produire un *Diagnostic* multidisciplinaire éclairé au niveau théorique, qui visait à se distinguer par sa rigueur scientifique, son ancrage dans le milieu, et par des représentations accessibles pour les non experts.

Finalement, ce projet gagnerait à être répété dans d'autres communautés, car il contribue à la production d'une analyse intégrée de la vulnérabilité pertinente, rigoureuse et à faible coût, à mettre les acteurs en relation et à identifier les « champions » pour devenir leader d'une démarche collaborative.

5.3 Retour sur le cadre de recherche

À la lumière des contributions, limites et perspectives décrites, rappelons l'objectif général de ce projet de recherche, qui était de développer une méthode d'évaluation opérationnelle de la vulnérabilité côtière à l'échelle des communautés, d'un point de vue écosociosystémique supportant une gestion durable des risques d'aléas côtiers en particulier celui d'érosion côtière. À l'aide du premier article (chapitre 2), nous avons répondu à l'objectif spécifique 1 portant sur l'intégration des perceptions citoyennes de risques dans l'évaluation de vulnérabilité des communautés côtières. À l'aide du 2^e article (chapitre 3), nous avons fait de même pour l'intégration des perceptions de la gouvernance des risques dans l'évaluation de vulnérabilité des communautés côtières. Au sein du 3^e article (chapitre 4), nous avons développé une méthode d'évaluation de l'adéquation des infrastructures de protection contre l'érosion et la submersion, ce qui répond au 3^e objectif spécifique. Nous y avons également conduit une analyse institutionnelle soutenue par une cartographie des interactions entre les acteurs et des processus institutionnels, ce qui répond à l'objectif spécifique 4. À l'issue de ces

efforts, nous avons développé un outil de transfert des connaissances sur une plateforme Excel pour représenter les informations de nature spatiale, à l'échelle des cellules hydrosédimentaires, ce qui répond à l'objectif spécifique 5. Nous avons aussi utilisé un modèle prédictif de la migration du trait de côte basé sur des marges de sécurité et un principe de précaution; et nous avons intégré tous ces éléments d'une manière organisée et reproductible dans le « Diagnostic de vulnérabilité intégrée des communautés côtières », ce qui répond à l'objectif spécifique 6. Considérant les trois chapitres précédents, nous pouvons conclure que l'objectif principal a été atteint.

Quant à l'hypothèse générale de recherche, elle stipulait qu'une évaluation de l'aléa d'érosion côtière à l'aide d'un cadre conceptuel écosociosystémique de vulnérabilité fournirait un portrait juste, opérationnel et satisfaisant des principaux facteurs de vulnérabilité dans les communautés côtières faisant face aux aléas d'érosion et de submersion dans un contexte de changements climatiques. Elle soulève la question de la satisfaction et celle de l'opérationnalité, toutes deux ont été établies dans les mises en perspective scientifique et sociale, ce qui nous permet de confirmer cette hypothèse de recherche : cette approche interdisciplinaire a permis de développer un *Diagnostic* qui fournit un portrait juste, opérationnel et satisfaisant de la vulnérabilité des communautés côtières.

À une autre échelle, à l'issue de ce projet, quels apprentissages pouvons-nous tirer ? Les deux prochains points font état des perspectives en ce qui concerne le lien entre climat et vulnérabilité des communautés côtières, ainsi qu'en matière de gestion côtière adaptative.

5.4 Perspectives: Climat et vulnérabilité des communautés côtières

À la lumière des résultats récoltés dans les trois sites d'étude, il est de mise de questionner le rôle du climat sur la vulnérabilité des communautés côtières. Cette

section vise ici davantage une description des différents canaux qui relient climat et vulnérabilité issus d'apprentissages tirés de la comparaison des trois communautés évoluant dans des climats différents. L'objectif n'est pas de restreindre la notion de vulnérabilité à un causal facteur unique qu'est le climat, car il est certain que l'importance des enjeux et des systèmes de gouvernance et de financement contribuent tout aussi grandement dans la vulnérabilité. Nous adoptons ici une définition large du « climat », dans le sens de processus atmosphériques, mais aussi bien les variations séculaires du climat ainsi que, dans un contexte côtier, les variations du niveau marin relatif qui y sont associées. Cette section se veut davantage. Il est vrai que le niveau marin relatif est aussi relié au rebond isostatique, mais lui-même est conséquent au climat quaternaire. Ainsi, il ressort de notre étude que la contribution du « climat », *lato sensu*, sur la vulnérabilité côtière se décline en quatre rôles principaux.

5.4.1 Climat : facteur de désastres

D'après les données récoltées auprès des répondants du sondage, des acteurs institutionnels et des recherches documentaires (chapitre 3), notre étude illustre clairement que la zone climatique dans laquelle se situe une communauté définit en partie la vulnérabilité aux désastres côtiers. En effet, les côtes où le plus de situations d'urgence ont été décrétées et ayant généré le plus de dommages matériels au cours des 4 dernières décennies sont celles de la communauté la plus froide, Avignon. Le fait qu'elle soit située dans la zone climatique où la moyenne de température est la plus basse explique une partie de cette sensibilité, car les études de trajectoires de tempêtes répertoriées par le GIEC ont établi un déplacement nordique de l'activité cyclonique en particulier durant l'hiver (Wang et al., 2006; Zhang et al., 2004). Cependant, la latitude seule n'explique pas tout, car la communauté de Kilkeel est sise à une latitude similaire à celle d'Avignon et parce que le nombre et l'importance des désastres sont similaires à Kilkeel et Chipiona. Ainsi, dans notre étude, deux autres facteurs reliés au climat soutiennent la chaise causale zone climatique-

vulnérabilité aux désastres : 1) un plus grand risque d'événements extrêmes à la frontière des zones climatiques et 2) des agents d'érosion plus diversifiés et plus actifs lorsque la moyenne annuelle de température oscille autour du point de congélation.

D'une part, la fréquence et l'intensité des événements de tempête ont des effets plus extrêmes à Avignon et Kilkeel. Avec leur localisation à la limite septentrionale de la zone tempérée, ces deux communautés sont situées respectivement sur la trajectoire des queues d'ouragans de l'Atlantique Nord et sous l'influence du Gulf Stream. Alors qu'elles sont plus exposées à l'occurrence d'événements extrêmes, ces communautés sont plus à risque de voir un événement hors norme frapper leurs côtes. Tandis qu'à Chipiona, des systèmes atmosphériques de grande intensité heurtent plus fréquemment les côtes océaniques, mais il s'agit du régime normal. Comme en témoigne une hauteur significative des vagues, un marnage et une largeur de plage supérieurs. En conséquence, le système littoral y est adapté à des événements de grande intensité, mais pas extrêmes. Le facteur d'écart d'intensité ou de fréquence entre le régime normal de vagues et le régime de tempête entraînerait donc une plus grande vulnérabilité du point de vue de l'exposition aux événements météo-océaniques extrêmes (PR 15). Il a d'ailleurs été calculé qu'à Avignon, cette différence est en augmentation (Didier et al., 2014). Par extension, pour les milieux humides, les côtes les plus sensibles aux variations des conditions météo-océaniques, les taux de recul maximum enregistrés lors d'événements extrêmes sont supérieurs à Avignon qu'à Kilkeel. Sur une échelle temporelle plus longue, on pourrait aussi parler d'un signal d'adaptation naturelle plus rapide : un marais maritime situé à Avignon recule plus rapidement pour s'ajuster à des changements de conditions de l'environnement d'une amplitude supérieure qu'à Kilkeel.

Les mécanismes derrière cette relation climat-stress côtier seraient en lien avec l'influence sur la fréquence et l'intensité des événements de tempête, et l'intensité des

processus d'érosion. D'autre part, la zone climatique influence l'activité des agents d'érosion, leur nature, leur diversité et leur intensité. Encore ici, l'oscillation autour du point de congélation, typique à Avignon et rencontrée parfois à Kilkeel, active toute une gamme supplémentaire de processus reliés au changement de phase de l'eau comme agent d'érosion des côtes. L'augmentation annuelle du nombre de cycles gel-dégel en est le meilleur exemple. De même, la réduction significative du couvert de glace au cours de la dernière décennie a augmenté l'intensité annuelle d'action des vagues de tempête sur le trait de côte au Québec. Ces variations illustrent ainsi l'influence du climat sur les tendances d'activité de plusieurs agents d'érosion, porteurs de stress physique à la côte. Donc, la zone climatique agit comme facteur de stress physique dans la vulnérabilité des communautés côtières, en conjugaison avec les conditions océaniques.

En contrepartie, le climat n'est pas une cause exclusive de vulnérabilité aux désastres : le rôle de l'aménagement du territoire sur la vulnérabilité est manifeste. D'un côté, à Avignon, la densité de population dans la zone 0-15 m est en cause : même si la taille de cette communauté est la plus réduite des trois communautés à l'étude, la densité de population littorale y est la plus grande en raison du laxisme de l'aménagement du territoire, dont les causes précises restent à élucider (PR 16). D'un autre côté, les structures de protection, conséquences des règles d'aménagement du territoire, contribuent aussi à la vulnérabilité des côtes : l'augmentation de l'artificialité des côtes avec des structures inadéquates entraîne la réduction de la largeur des plages (Bernatchez and Fraser, 2012). Ainsi, le rôle du climat dans la vulnérabilité des communautés en tant que facteur de désastre est important, mais n'est pas exclusif; l'aménagement de territoire a sa part de responsabilité dans l'augmentation ou la réduction de la vulnérabilité côtière.

Enfin, le rôle des désastres passés dans la vulnérabilité est à mettre de l'avant dans de nouvelles recherches, en particulier sur la résilience naturelle de la côte (PR 17), mais

aussi sur l'apprentissage collectif qui en ressort (PR 18), ce qui pourrait être fait en comparant des groupes de communautés ayant subi des événements de différentes catégories ou importance. Depuis une perspective de gestion du territoire, il serait pertinent de réaliser la cartographie historique des « trajectoires adaptatives » locales (*adaptive pathways*) et ses facteurs sous-jacents (Djalante et al., 2013) (PR 19). Des sources d'inspiration sont les études réalisées sur des sites ponctuels de Drejza (2011) et de Bernatchez et Fraser (2012), des études plus longitudinales pourraient mettre de l'avant les rétroactions entre la protection/prévention (aménagement du territoire et historique des structures de protection) et la capacité socioéconomique de villages ayant divers statuts socioéconomiques (ruraux, points de services gouvernementaux, etc.). Elles apporteraient des informations précieuses sur l'influence des désastres sur les décisions de protection/prévention prises en fonction de leurs moyens et expertises.

5.4.2 Climat : facteur d'identité culturelle

Les résultats illustrent également l'influence du climat sur la vulnérabilité comporte aussi une dimension d'identité culturelle. Cet aspect qui constitue d'ailleurs un courant de recherche émergent (Adger et al., 2013).

En premier lieu, les données montrent que les activités culturelles et l'identité d'une communauté peuvent être soumises aux impacts des aléas côtiers. En effet, dans une moindre mesure, dans les communautés étudiées, le ski sur la banquise et la pêche blanche sont des activités réduites au cours des dernières décennies, mais ce n'est pas aussi déterminant pour l'identité culturelle. Ce constat est cohérent avec l'exemple criant des communautés autochtones de la Côte-Nord du Québec, où des activités traditionnelles de pêche blanche ou la pratique de rituels en milieu littoral sont désormais impossibles vu la réduction du couvert de glace et l'érosion du littoral (Bernatchez et al., 2012b). On a également observé ce phénomène dans les

communautés européennes. Du côté de Kilkeel, c'est l'accès à la côte qui est menacé par l'érosion côtière, et certains répondants âgés mettaient en relation causale ce facteur avec une réduction de l'utilisation récréative du littoral par les jeunes. Néanmoins, la piste d'un trait générationnel dû à l'utilisation des technologies récréatives est à examiner sérieusement dans la mouvance de l'identité littorale (PR 20). Quant à Chipiona, il semble que l'activité culturelle la plus vulnérable est la pêche dans les *corrales*, ces derniers étant des structures endommagées périodiquement et qui nécessitent des ressources pour maintenir leur intégrité. La vulnérabilité de l'identité culturelle est donc un aspect à considérer dans les stratégies d'adaptation, afin d'assurer le maintien du bien-être des résidents. Un aspect réside dans les résistances aux changements naturels : le fort attachement identitaire aux activités pousse les autorités à élargir la plage à Chipiona, ce qui entraîne d'autres problèmes environnementaux, comme l'approvisionnement en matériaux. Toutefois, les changements ouvrent aussi la porte à des opportunités de s'attacher à de nouvelles activités ou traditions. Par exemple, vu la tendance à la réduction de la largeur des plages, certaines activités proxi-littorales, telles que le kite-surf, pourraient voir leur intérêt augmenter, auprès de certains publics.

En deuxième lieu, au-delà des activités, ou du « faire », la portion « être » de l'identité communautaire se trouve aussi affectée par le climat et ses changements. Un premier exemple de cet effet réside dans les sujets de conversation quotidiens. Au Québec, où la météo est un sujet de prédilection, les changements côtiers deviennent vraisemblablement des sujets catalyseurs de discussion. Un deuxième exemple où la vie communautaire se trouve affectée par les changements côtiers est celui de l'harmonie communautaire. En effet, nous avons observé que la présence d'une brèche de sécurité ontologique chez certains résidents côtiers exprimés à Avignon change le rapport d'objectivité dans la prise de décision : en gros, l'individu veut sauver sa peau au détriment de la meilleure décision pour le groupe. Ainsi, les conflits communautaires entre résidents côtiers et non côtiers semblent émerger

devant l'inégalité des impacts, touchant davantage directement certains résidents (PR 21). Nous avions originalement l'intention d'explorer cette analyse, mais l'échantillonnage était trop limité pour y arriver et cela demeure une piste de recherche d'intérêt. Toutefois, d'autres facteurs contribuent aussi à la vulnérabilité qui émerge par cet effet : il semble que l'absence de filet social pour les groupes vulnérables (jeunes familles, personnes âgées, résidences les plus exposées) et de plans d'assurance contre les risques côtiers met les résidents les plus vulnérables ou les plus exposés dans un attentisme obligé et cela réduit leur capacité d'absorption des changements, affectant leur « mieux-vivre » et celui de la communauté (PR 22). Sur une note plus positive, l'identité communautaire pourrait en contrepartie être renforcée par un projet collaboratif d'adaptation visant à réduire cette vulnérabilité (PR 23). De même, nous avons observé que la communauté avec la meilleure capacité d'observation des changements environnementaux, à Avignon, avait aussi l'avantage d'un niveau supérieur de conscientisation fonctionnelle. Celle-ci est une base solide pour la gestion collaborative, réduisant par la bande la vulnérabilité qui émane ailleurs d'une déconnexion avec son environnement. À l'opposé, Chippion apparaissait largement moins sensibilisée à la question des changements environnementaux, malgré des changements importants, mais plus graduels qu'événementiels, et un milieu moins fertile à une gestion collaborative des zones côtières dans son état actuel. Ainsi, notre étude nourrit la thèse selon laquelle les impacts des changements climatiques en milieu côtier peuvent influencer l'identité communautaire sous certaines conditions, dans sa modification autant que dans sa construction (PR 24).

En somme, la relation humain-nature en zone côtière est fortement influencée par le climat, et nous pourrions dorénavant parler de la relation humain-climat (impacts + adaptation) et en évaluer les différences culturelles (PR 25).

5.4.3 Climat : facteur institutionnel

Nos travaux montrent aussi que le climat affecte inégalement la vulnérabilité communautaire, via les coûts institutionnels nécessaires pour la gestion des désastres.

Une première question touche les ressources nécessaires pour prévenir, préparer, faire face, reconstruire, faire le suivi de la situation d'une communauté en matière de désastre côtier. Dans les communautés plus exposées à l'augmentation des événements météo-océaniques extrêmes, telles qu'Avignon et Kilkeel, il est supposé que l'allocation des ressources (financières) doit croître pour s'harmoniser à la croissance de l'exposition aux risques côtiers (PR 26). Toutefois, dans une communauté telle que Chipiona, où la projection d'exposition n'est pas aussi marquée, ce sont d'autres ressources qui s'avèrent nécessaires : à la lumière des facteurs identifiés dans les chapitres 2 et 3, ce sont les postes budgétaires liés au niveau de scolarité moyenne et à l'absence de campagne de sensibilisation quant aux risques côtiers qui souffrent d'un manque de ressources et qui pourraient réduire de façon significative la vulnérabilité de la communauté. Ainsi, nous pensons que la constitution ou prévision de budgets de gestion des impacts des catastrophes est nécessaire dans toutes les communautés. À ce sujet, il faut à notre avis examiner non seulement l'angle de la quantité de ressources financières, mais aussi celui de l'allocation de ces ressources dans les stratégies qui réduiront le plus les vulnérabilités communautaires. Les manières de distancier cette l'allocation des ressources et l'influence politique est aussi un aspect à ne pas négliger.

Au-delà des ressources financières, la question de l'expertise se pose aussi. Dans un contexte de changements climatiques et sous le paradigme de la gestion durable, l'expertise en matière de production et de diffusion de la connaissance scientifique est une composante essentielle de l'organisation institutionnelle de l'adaptation (Van Wiert, 2015). Dans les communautés où les risques côtiers sont importants, il est évident que certaines expertises seront sollicitées, au moins en matière de prévention

et de préparation aux risques. Cependant, les communautés, rurales en particulier ne sont pas toutes égales en matière d'expertise locale, d'autant que certains postes décisionnels clés n'exigent pas de compétences particulières en matière de gestion des risques naturels (PR 27). Par exemple, la vaste majorité des responsables locaux n'avaient pas de compétences en matière de SIG, et un niveau de scolarité estimé à peine plus haut que le secondaire. En conséquence, les trois communautés n'ont pas accès à une expertise pertinente en matière de prévention des risques côtiers. D'autres fois, l'expertise est disponible, mais c'est la sensibilisation qui manque : à Chipiona, les acteurs locaux et provinciaux de la sécurité civile ont décliné toute demande de collaboration en stipulant qu'à leurs yeux les risques côtiers sont négligeables. Il existe cependant certaines initiatives clés à souligner en matière d'expertise : le poste de responsable des plages à Chipiona, qui s'occupe particulièrement de l'aspect sanitaire, mais qui aurait un potentiel intéressant, et celui de directeur général rencontré à Carleton (ouest d'Avignon), où le responsable possédait un diplôme universitaire de 2^e cycle en sédimentologie. Ainsi, le poste ou l'exigence de certains postes pourraient servir de levier à l'expertise locale en vue de la réduction de la vulnérabilité.

Ainsi, le climat affecte la vulnérabilité communautaire via les ressources financières ou institutionnelles nécessaires pour faire face à la variation des tendances climatiques. Soulignons finalement la possibilité de combler ces lacunes avec des ressources financières ou des expertises externes, mais soyons conscients que la précision dans la connaissance des besoins et de la réalité locale en serait diminuée. De plus vastes recherches sur les liens entre les variations climatiques et les coûts institutionnels ainsi engendrés, ou la nature de la demande institutionnelle, seraient aussi intéressantes. Elles pourraient mettre en avant des coûts différents selon l'autonomie initiale des communautés, tant sur le plan financier que celui de la prise de décision en matière de risques naturels (PR 28). Ceci permettrait de pointer les atouts et faiblesses des communautés selon leur importance socio-économique.

5.4.4 Climat : facteur de perceptions

Comme discuté aux chapitres 2 et 3, les impacts des changements climatiques influencent la vulnérabilité d'une communauté locale via la représentation citoyenne des risques, qui génère elle-même des attentes en matière de gouvernance.

Dans un premier temps, nos résultats montrent que les représentations des risques qu'ont les citoyens constituent en soi un facteur de vulnérabilité. D'abord, il y a un rôle certain de l'exposition aux aléas dans les perceptions. Par exemple, à Avignon, les tendances futures étaient nettement plus marquées et la représentation des risques y était plus juste. Mais, l'équation n'est pas directe et unique : le chapitre 2 confirme que l'historique de désastre, le niveau de scolarité et les efforts passés de sensibilisation y sont des covariables. De plus, nos résultats confirment qu'une portion de la vulnérabilité peut être réduite lorsque cette représentation atteint un niveau de fonctionnalité dans la conscience du danger, de l'incertitude et du choix solutions les plus durables (l'intention comportementale). À Kilkeel et Chipiona, une piste intéressante de réduction de la vulnérabilité réside donc dans les efforts de sensibilisation, absents au moment de la collecte de données.

Dans un deuxième temps, ces représentations créent cependant des attentes citoyennes envers les institutions. Un élément remarquable dans nos résultats a été la popularité de l'implication des citoyens au sein des institutions, malgré des niveaux de conscientisation très variables. En effet, dans les trois pays, les citoyens côtiers étaient perçus comme devant être des acteurs majeurs ou secondaires, et les citoyens non côtiers devaient également participer dans la prise de décision, mais avec un poids inférieur. Or, ce n'est le cas dans aucun de ces pays. Cette différence entre la perception et le domaine réel est un facteur de vulnérabilité socio-économique qui risque d'entraver la gestion durable des risques. Par ailleurs, cela signifie que la valorisation de la participation n'est pas exclusivement reliée aux risques et à leur perception : il existe une attente d'être partie prenante dans les décisions qui est

indépendante de la situation. Ceci serait dû à un mécanisme de défense envers les risques : vouloir avoir un sentiment de contrôle sur la situation réduit une trajectoire de brèche dans la sécurité ontologique des résidents (Giddens, 1993). Néanmoins, cela signifie qu'il y a besoin de ressources pour diminuer le fossé entre la perception et la réalité, et l'orchestration de la collaboration avec les parties qui se sentent concernées.

En bref, les communautés les plus soumises aux changements environnementaux d'origine climatiques et qui ont des représentations inexactes des risques sont vulnérables au piège des choix non durables. Par contre, toutes sont égales devant les attentes de performance institutionnelle et d'implication des citoyens touchés dans les processus décisionnels. Finalement, la notion d'urgence n'est pas à négliger : dans l'absolu, les solutions sont plus pressantes lorsqu'il y a une brèche de sécurité ontologique, qu'elles proviennent des institutions officielles (offre de relocalisation) ou de rapports officieux entre les citoyens (entraide pour enlever les débris autant que pour trouver un nouveau terrain pour se relocaliser). À ce chapitre, le rôle du capital social dans l'adaptation et la diversité des mesures d'adaptation officielles ou spontanée (*home-made*) devraient être sérieusement étudié (PR 29), tout autant que l'apprentissage communautaire par essai-erreur (PR 30).

Dans l'ensemble, nos recherches soutiennent donc l'existence d'une relation multifacettes entre le climat et la vulnérabilité des communautés : 1) les désastres, 2) l'identité culturelle, 3) la demande institutionnelle et 4) les perceptions des communautés. Ainsi, le climat influence la vulnérabilité de multiples manières, non seulement par l'exposition, et il doit être considéré dans toute sa complexité. Nous avons fait un effort pour intégrer toutes ces pistes d'influence dans notre analyse de vulnérabilité.

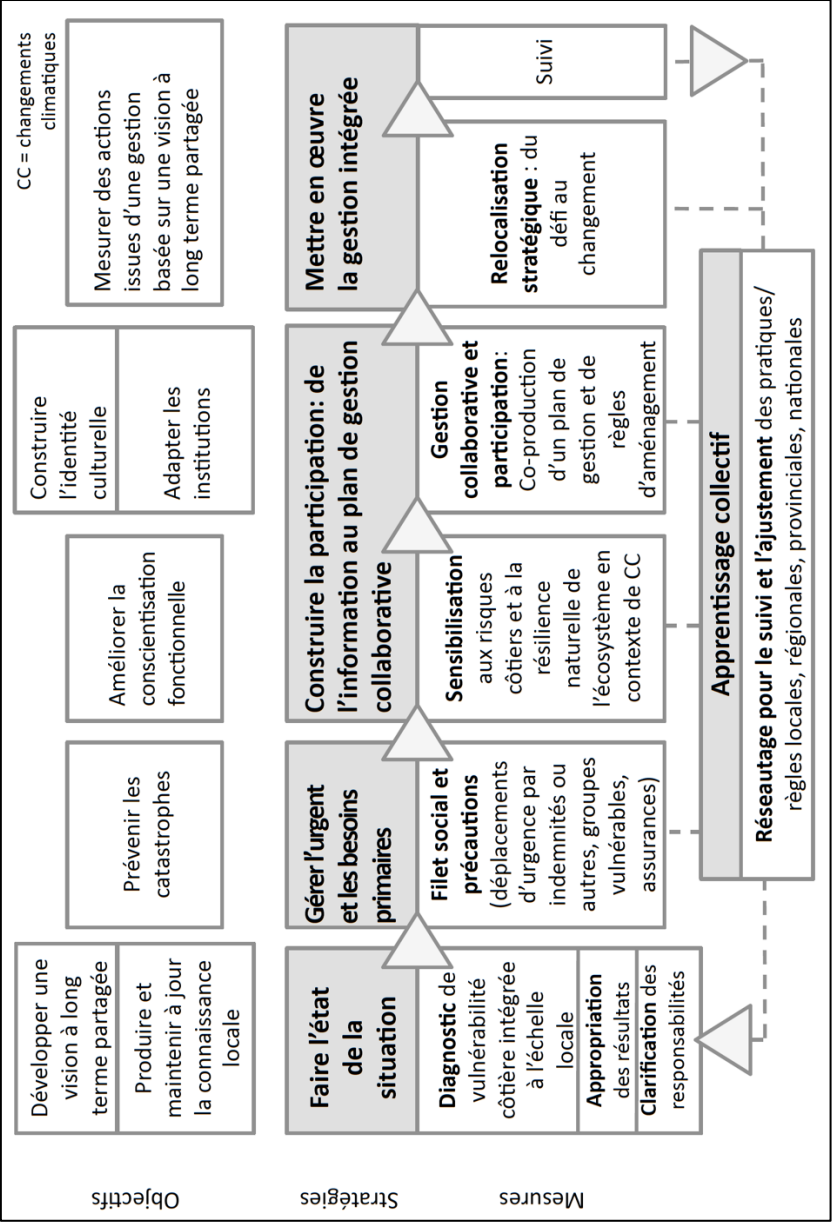
5.5 Perspectives: Continuum de gestion côtière adaptative à l'échelle locale

Globalement, nos résultats pointent vers 5 pistes d'adaptation qui ont le potentiel d'aider les trois communautés à réduire leur vulnérabilité, nonobstant les vulnérabilités qui sont spécifiques aux sites. Il s'agit ici de pistes d'adaptation générales, qui renforcent des composantes de l'écosociosystème et favorisent une gestion durable forte d'une communauté côtière faisant face aux changements climatiques à l'augmentation des risques naturels. Tel qu'illustré à la figure 5.1, ces stratégies s'articulent de la manière suivante pour former un continuum :

- 1) l'état de la situation, en s'appuyant sur le diagnostic de la vulnérabilité intégrée;
- 2) l'élaboration d'un filet social;
- 3) la construction de la compétence participative par :
 - i) la sensibilisation;
 - ii) l'organisation de la gestion collaborative visant à produire un plan de gestion intégrée de la zone côtière;
- 4) la mise en œuvre de la gestion intégrée, en s'appuyant sur la relocalisation stratégique;
- 5) le suivi et l'apprentissage collectif.

Chacune des étapes du continuum est décrite plus en détail dans les prochaines sections.

Figure 5.1. Continuum de gestion côtière adaptative



Continuum de gestion côtière adaptative visant une réduction de la vulnérabilité d'une communauté côtière faisant face à d'importants impacts des changements climatiques, s'inscrivant dans une gestion durable forte de l'environnement et des risques naturels. Les mesures proposées soutiendraient une communauté où les impacts sont majeurs, urgents, irréversibles et présentent une ambiguïté temporelle ou spatiale.

5.5.1 État de la situation par un diagnostic de vulnérabilité côtière intégrée à l'échelle locale

Une première stratégie d'adaptation concerne l'état de la situation. La gestion durable de l'environnement repose notamment sur l'accès à l'information environnementale et sur la nécessité de mettre à jour ces connaissances de manière itérative et à plusieurs échelles d'apprentissage (Armitage et al., 2008). Or, dans les trois communautés étudiées, il semblait y avoir une faille évidente dans la production de connaissances sur le milieu et sur les enjeux afin de mener une gestion durable du bien-être de la communauté. Il est vrai que la présence d'activités scientifiques depuis une décennie à Carleton et Maria comble certaines lacunes, mais la volatilité des subventions de recherche limite la pérennité du suivi du trait de côte. Il est impératif d'acquérir des données longitudinales à l'échelle locale sur l'évolution de la côte et sur la cartographie du risque de submersion. Outre l'état de la situation environnementale, la situation institutionnelle et socioéconomique est également importante à évaluer, vu son rôle dans la gestion de la vulnérabilité. Tout en étant perfectible, le diagnostic de vulnérabilité côtière intégrée proposé dans cette étude répond à ces deux préoccupations : il couvre une grande part des informations nécessaires à un état des lieux rapides, en particulier en ce qui concerne les enjeux sociaux et économiques, afin de mieux saisir leurs variations selon différents scénarios d'adaptation (PR 31).

Par ailleurs, le rôle du travail académique dans l'état des lieux en est un de défricheur, pour innover en matière de méthodes d'évaluation et de production de données. Il faudra cependant s'interroger sur la synergie entre la recherche et le soutien gouvernemental direct. D'une part, une fois les méthodes développées, il faut les appliquer d'une manière normalisée. Utiliser le Diagnostic en série pour chaque unité hydrosédimentaire comme mesure d'adaptation pourrait y contribuer. D'autre

part, la gestion du territoire intègre des biens et enjeux publics et collectifs, les autorités doivent donc soutenir la réalisation de ces états des lieux.

La question de l'échelle est importante et elle a été abordée dans la synthèse environnementale : il faut trouver un accord avec la dynamique naturelle du milieu, et une échelle suffisamment fine pour considérer les variations locales de vulnérabilité. Dans le visualiseur de vulnérabilité, nous avons adopté l'échelle des cellules côtières imbriquées pour former les unités hydrosédimentaires. Ces dernières avoisinent souvent des échelles administratives locales, comme les MRC au Québec, les District Council en Irlande du Nord et les municipalités en Espagne. Elles pourraient ainsi avantageusement soutenir la gestion adaptative.

Straégie: ÉTAT DES LIEUX

Mesures: Réaliser des diagnostics de vulnérabilité côtière intégrée pour chaque unité de gestion du territoire à une échelle suffisamment fine pour considérer les variations locales de vulnérabilité et qui respecte la dynamique naturelle du milieu.

5.5.2 Gérer l'urgent et les besoins primaires: filet social et précautions

Notre étude sur les perceptions de la gouvernance a souligné que la présence d'une brèche de sécurité ontologique constitue un impact psychologique présent en particulier au sein de la communauté d'Avignon.

D'abord, au sein de cette communauté, on note l'absence de filet social contre les sinistres. En effet, d'après l'analyse des sondages et entrevues au Québec, la stratégie de prévention des désastres associé à la sécurité civile est insuffisant pour prévenir les impacts psychologiques sur la population. Cette stratégie consiste à déclarer une maison à risque imminent pour la sécurité et offrir à ses propriétaires une allocation

de départ pour déménager. Elle a été surtout utilisée suite aux événements de décembre 2010, en situation réactive. Cependant, plusieurs personnes sondées qui habitaient en zone à risque non imminent – mais suffisamment proche du bord d’une zone en érosion pour leur faire douter de la pérennité de leur installation au cours des prochaines décennies – ont rapporté avoir des symptômes d’angoisse liés au risque de perdre leur maison et de n’avoir aucun recours ou moyen pour déménager. Ce mécanisme est donc insuffisant pour prévenir les impacts sur la santé mentale chez certaines tranches de population (nous avons remarqué cela surtout chez les jeunes familles et les personnes âgées). Ainsi, notre étude illustre qu’il y a une limite dans l’accessibilité à des recours afin d’éviter que des citoyens se retrouvent dans une situation critique pour leur santé mentale. Cette limite entrave directement la possibilité d’un dialogue ouvert avec l’ensemble de la communauté pour établir une vision future du territoire. En effet, lorsque les citoyens sont centrés sur leur survie à court, moyen ou long terme, cette composante émotive est si grande que l’intérêt individuel prime sur l’intérêt communautaire. Ce mécanisme de défense, normal et légitime, complexifie néanmoins la gestion collective : il faut donc élaborer une stratégie pour régler cette question en priorité afin d’éviter de mettre en péril toute tentative de gestion durable de la situation. Il faut ainsi prévoir les conséquences des risques côtiers sur les personnes, non seulement sur leur propriété et leur sécurité physique lors des événements, mais également sur le maintien de leur bien-être et de leur qualité de vie. Dans une gestion adaptative, une stratégie de gestion de l’urgent et des besoins primaires déclinée en mesure de filet social et de précautions devraient donc figurer parmi les premières étapes. Bien que cette situation ait été observée au Québec seulement, il est néanmoins pertinent de la suggérer de manière préventive pour l’ensemble des communautés.

Pour arriver à mettre en œuvre cette stratégie, une première étape concerne l’identification des groupes sociaux à risque, sur la base de la localisation dans une zone à risque ou celle de marqueurs sociaux des personnes à risques d’impacts

psychosociologiques. Elle nécessite l'intervention des acteurs de la santé, en concertation avec ceux de la sécurité publique.

Par la suite, les mesures à entreprendre sont multiples. Une première est celle de déplacements préventifs en zones d'imminence. Vu l'incertitude scientifique sur la position future du trait de côte, et tel que discuté à l'appendice II du dernier article, le principe de précaution doit en être le moteur décisionnel. En concertation avec la sécurité civile et l'environnement, une stratégie concertée d'aménagement serait un outil précieux pour mobiliser les acteurs.

Une deuxième mesure pourrait prendre la forme d'accompagnement social. Dans notre étude, nous avons remarqué que les jeunes familles et les personnes âgées étaient particulièrement démunies financièrement devant le risque de voir leur résidence endommagée ou détruite. La diversité des mesures préventives pour les groupes vulnérables serait à explorer plus en profondeur avec les intervenants de la santé (PR 32).

Ensuite, les mesures économiques sous-jacentes sont à explorer : par indemnisation, par expropriation, etc. (PR 33). Un exemple de déplacement par indemnisation est celui que le gouvernement du Québec a réalisé suite aux grandes marées de décembre 2010. Un autre exemple est celui d'expropriation, comme en France (impacts de Xynthia en Vendée) ou au Royaume-Uni (programme Pathfinder), où l'État rachète un terrain qui deviendra du domaine public. Des analyses coûts-bénéfices de scénarios de défense, d'immunisation ou de relocalisation sont un outil intéressant pour soutenir la prise de décision. À ce sujet, la valeur économique ici est un enjeu non négligeable sur lequel il faut s'entendre : une valeur fixe (Québec), celle du marché avant l'événement (Royaume-Uni) ou compensatoire, symbolique, etc. Ces référents économiques doivent aussi être étudiés plus en profondeur (PR 34).

Au-delà des mécanismes, le financement de ces mesures est une autre question. D'une part, il existe des exemples de financement public, comme en France avec le fonds Barnier, où un 12 % est ajouté à la taxe d'habitation pour constituer ce fonds public (CDRNM, 2011). L'administration est privée, via les compagnies d'assurances, mais le fonds demeure pour des usages d'intérêt public, lors d'événements, et même récemment pour des projets pilotes préventifs de relocalisation stratégique (Cousin, 2011). D'autre part, ceci nous amène à la question des assurances, qui constitue une autre avenue de financement à évaluer sérieusement. Cette avenue implique cependant : i) que le risque est calculable, ii) que la partie qui s'assure est au courant et iii) qu'elle assume les conséquences reliées à l'occurrence du risque. Ce qui n'est pas toujours le cas. Néanmoins, le marché des assurances risque d'être le mécanisme financier qui régulera la valeur des résidences (Bin et al., 2008). Les questions sont donc : est-ce acceptable que ce soient des intérêts privés qui voient à cette régulation (PR 35)? L'alternative de dresser une norme préventive et publique avant que la chute du rôle d'évaluation ne fasse perdre toute valeur aux propriétés de certains serait-elle plus acceptable (PR 36)?

Par ailleurs, outre les usages résidentiels, certains enjeux d'intérêt collectifs menacent aussi la qualité de vie des communautés locales. Par exemple, l'enjeu des routes côtières sans voie de contournement au Québec est d'intérêt public pour l'isolation géographique de plusieurs régions et constitue une situation urgente, vu les millions nécessaires annuellement pour leur réparation (Boyer-Villemare et al., 2014c). Agir sur cet enjeu est en soi un filet social pour l'ensemble des communautés qui sont dépendantes à ces routes, que ce soit pour les infrastructures critiques pour maintenir une « ligne de vie » (*lifeline*), l'approvisionnement en marchandises ou même pour le maintien de moteurs économiques tels que le tourisme. En contrepartie, les tronçons côtiers de routes font partie d'unités côtières et les conséquences des aménagements doivent être évaluées sur l'ensemble des unités touchées. Un dernier aspect relié au financement public des solutions d'adaptation est relié à la sensibilisation de la

population. En effet, un des impacts pervers d'un financement complètement public, comme en Espagne, est que les communautés, touristes et compagnies prennent moins conscience des risques.

Ainsi, des recherches plus poussées sur l'équilibre entre les intérêts de chaque palier, régional et autres, et entre les intérêts communautaires et individuels sont nécessaires (PR 37). Par ailleurs, les diverses possibilités de mesures économiques et de sources de financement donneront certainement lieu à conflits devant les intérêts divergents. Élaborer un processus de médiation environnementale avec les parties prenantes y est donc de mise, sachant qu'il s'agit tout de même de situations imminentes donc urgentes. Le courant de la médiation environnementale est en développement (Sairinen et al., 2010), et son application en zone côtière, où les enjeux privés et publics sont mélangés, mérite plus d'investigation (PR 38).

En somme, il est essentiel d'adopter des mesures qui permettront l'élaboration d'un filet social dans les communautés côtières vulnérables.

Stratégie: GÉRER L'URGENT ET LES BESOINS PRIMAIRES

Mesures: Établir un filet social pour les enjeux imminents et un principe de précautions afin d'assurer le maintien d'un bien-être minimal pour les individus et les communautés exposés aux risques côtiers.

5.5.3 Sensibiliser à la résilience naturelle de l'écosystème côtier

Nos résultats ont suggéré que là où des efforts de sensibilisation au sujet des risques côtiers ont eu lieu, les communautés avaient obtenu des bénéfices significatifs sur la conscientisation fonctionnelle. En particulier, la communauté étudiée au Québec avait bénéficié de mesures de transfert de connaissances concernant la résilience naturelle de la côte et les impacts des structures rigides inadéquates. Cette sensibilisation a eu

une influence directe sur le choix des solutions à préconiser pour gérer la côte. Le bénéfice était double : celui d'augmenter rapidement (en quelques années – moins de 5 ans environ) la capacité à percevoir les enjeux à long terme, mais aussi de favoriser des stratégies de gestion côtière conséquentes.

D'autres retombées sont probablement à prévoir, telles que de contribuer à prévenir des catastrophes. En effet, en améliorant la connaissance des conjonctures entraînant des événements extrêmes dans une communauté (conditions de surcotes de tempêtes, direction locale des vents pouvant le plus affecter la côte), le public, mais aussi les autorités locales, sont davantage en mesure d'appréhender et de se préparer adéquatement aux impacts de certains événements météorologiques.

Nos entrevues révèlent que la sensibilisation aux risques côtiers auprès des instances locales est un défi important à relever. En effet, nous avons pu constater, dans les trois communautés, un manque généralisé de connaissances des gestionnaires locaux en matière de risques côtiers et de leur évolution. Reconnaître cette lacune tant du côté des scientifiques pour ajuster leurs stratégies que du côté des gestionnaires locaux, est d'ailleurs la première étape vers l'appropriation de ces connaissances.

Notre étude soutient donc l'importance de réaliser des campagnes de transfert de connaissances en matière de risques côtiers dans toutes les communautés côtières au Québec, mais également en Irlande et en Espagne. Ces campagnes devraient cibler tant la société civile que les autorités locales.

La prochaine question est donc à qui incombe-t-il de faire ce transfert de connaissance ? Du côté de l'expertise, nous avons remarqué que les organismes environnementaux locaux (comités ZIP, Mourne Heritage Trust, Club CANS) ont une expertise appréciable. En effet, au-delà des différents véhicules d'information traditionnels ou interactifs, guides méthodologiques, des sites internet, SIG et autres (Van Wierst, 2015), une diffusion proactive, à visage humain et orchestrée autour des

enjeux locaux est essentielle. Ces organismes sont donc bien placés et pourraient être davantage mis à profit pour rejoindre les citoyens. De même, la présence d'un leader local ayant une crédibilité scientifique en la matière, comme rencontré à Avignon, semblait déterminante dans l'opinion des citoyens. Serait-ce un nouveau groupe d'emploi à développer, celui de « vulgarisateur scientifique local » ?

Il reste ensuite la question du financement, qui est en suspens. Les collectivités autant que les autorités ont intérêt à investir dans cette forme de prévention. En évaluer les coûts et bénéfices pourrait favoriser la convergence politique (PR 39). Dans une perspective de gestion autonome par les communautés locales, nous avons souligné dans l'article synthèse (Boyer-Villemaire et al., 2014a) que la production d'une base de connaissance commune au sujet de l'évolution du milieu côtier est une condition essentielle à la société civile de jouer un rôle actif dans la prise de décision.

Stratégie: CONSTRUIRE LA PARTICIPATION

Mesures d'une phase 1 : Réaliser des campagnes de sensibilisation aux risques côtiers et à la résilience naturelle de l'écosystème en contexte de changements climatiques.

5.5.4 Gestion collaborative et participation : coproduction d'un plan de gestion local et de règles d'aménagement

Adopter une gestion collaborative au sein de laquelle la population participe aux décisions est une stratégie complexe, qui semble laborieuse et qui suscite les débats, mais elle mérite d'y mettre les efforts du point de vue de la réduction de la vulnérabilité, étant donné son double effet d'autonomisation et de protection contre les catastrophes.

5.5.4.1 Défis et critiques : la clé de l'intention

En premier lieu, tel qu'exposé dans l'article synthèse (Boyer-Villemaire et al., 2014a), les défis sont nombreux et la gestion collaborative a été largement critiquée. O'Faircheallaigh (2010) résume bien une grande part des défis : la disponibilité, la crédibilité et l'incertitude de l'information, l'inévitabilité de faire des erreurs (mais aussi la possibilité d'apprendre à partir de celles-ci), le danger de l'étiquetage « participatif » sans que le pouvoir décisionnel soit réellement partagé, celui de laisser les groupes marginalisés de côté, souvent les plus vulnérables d'ailleurs. Le respect de l'engagement des gouvernements à l'accès à l'information environnementale de la convention d'Aarhus est une réponse partielle aux premiers de ces défis (UNECE, 1998). Quant à l'étiquetage participatif, il est possible pour les communautés d'amorcer un partage du pouvoir à partir d'une réelle volonté politique. Une vision à long terme soutient la réalité que la participation est une compétence qui se construit graduellement en partant de la sensibilisation. Le pouvoir est ultimement aux citoyens de choisir des élus intègres et innovateurs et qui soutiendront résolument cette démarche.

Une autre critique émerge du danger de voir la concertation comme solution « magique » pour la gestion intégrée. En d'autres termes, il s'agit de l'illusion que la concertation va régler le manque de coordination et que mettre des acteurs autour d'une table va faire émerger naturellement de bonnes décisions (Billé, 2006). Le défi est ici de reconnaître l'inévitabilité des controverses (Alban and Lewis, 2005). À ce chapitre, adopter une approche de médiation environnementale pour la gestion côtière est une voie plutôt prometteuse (Sairinen et al., 2010). Développer les expertises québécoise, nord-irlandaise et espagnole en cette matière est un investissement pour une gestion durable des côtes.

En matière de participation publique, d'autres arguent encore que le plus difficile est de susciter l'intérêt (Godschalk et al., 2003). Or, malgré des niveaux de conscientisation très variables, un aspect remarquable dans nos résultats a été le grand intérêt des résidents à être impliqué au sein des institutions (Chapitre 3). Cette position était également soutenue par les gestionnaires rencontrés, davantage au Québec et dans une moindre mesure en Espagne. Malgré des différences dans les scores, il y a tout de même une reconnaissance de part et d'autre que les citoyens doivent être des parties prenantes (*stakeholder*), en toute légitimité, dans le processus de gestion de la côte. Et pas seulement les résidents côtiers : d'après nos résultats, les communautés côtières souhaitent que les citoyens non côtiers aient aussi leur poids dans la décision, davantage en Irlande du Nord et au Québec.

Ultimement, notre étude illustre ainsi deux choses :

1. nonobstant le niveau de vulnérabilité, il y a une reconnaissance que la gestion de la zone côtière, avec toute l'incertitude et l'ambiguïté que la situation comporte, est un enjeu collectif pour les communautés qui justifie une approche participative; d'une part, tous les intérêts, aussi divergents soient-ils, sont interreliés par leur localisation dans une même cellule hydrosédimentaire et le bien-être des toutes les parties (individus ou personnes morales) doit être considéré comme interdépendant; d'autre part, le contexte ambigu de risque (Renn, 2008) milite en faveur de l'approche participative comme choix raisonnable pour la gestion des enjeux à long terme;
2. au contraire de ce que Godschalk (2003) a observé il y plus d'une décennie, avec des efforts de sensibilisation et d'information, tels qu'à Avignon, l'intérêt n'est pas difficile à susciter : l'évidence de la situation fait le reste; il y a un momentum à saisir ici pour développer un cadre de gestion participative.

Ainsi, le constat est le même pour l'intérêt et la participation : des efforts sont nécessaires pour les susciter avec succès. De plus, ces efforts pour réunir les conditions du succès ne sont pas vains ou illusoires comme le laissent penser les critiques : il faut les poser comme une nécessité, un préalable dans l'intention même derrière la gestion.

Ce changement d'attitude est une opportunité sans précédent de (re)structuration et d'innovation des institutions autour de la problématique multidisciplinaire de la côte. En cette deuxième décennie du nouveau millénaire, où le paradigme de la gestion durable tarde à se faire sentir sur le terrain, certains verront dans les changements climatiques le moteur de changement nécessaire à un renouveau de la prise de décision. De plus en plus d'auteurs mettent effectivement en lumière la nécessité de mieux connecter la gestion des changements climatiques, la réduction des catastrophes et celle du bien commun, plutôt que de « réinventer la roue » (Mercer, 2010). Ainsi, Billé (2006) résume bien la question qui doit dorénavant guider le processus de gestion intégrée de la côte : « Quelles sont les meilleures décisions que l'on puisse prendre étant donné les connaissances (lacunaires et controversées) dont on dispose ? ».

5.5.4.2 Question de ressources : une juste autonomie pour un plan de gestion locale

Une fois engagé dans la voie collaborative, l'autre défi est celui des ressources. Ce défi concerne non seulement le fonctionnement des instances de gestion de la zone côtière, mais surtout le financement des solutions optimales. L'importance des mesures à entreprendre pour réduire la vulnérabilité dans une communauté dépend surtout de l'ampleur des impacts des changements climatiques. Elle est donc indépendante des ressources initiales des individus ou de la communauté. Il est vrai que plus les ressources initiales sont importantes, moins la vulnérabilité financière est élevée, mais rares sont les cas où les ressources locales disponibles suffisent à

assumer le coût ou à fournir l'expertise nécessaire pour mettre en œuvre la « meilleure » solution, celle qui favorisera la conservation d'une résilience naturelle des côtes et assurera le bien-être collectif. Ainsi, cela soulève, d'une part, la question de l'inégalité des communautés devant les impacts des changements climatiques (PR 40), en particulier pour celle avec des vulnérabilités sociales importantes. Cela soulève, d'autre part, la question de l'équilibre entre les enjeux du bâti public (routes, hôpitaux, etc.) et les affectations privées (résidentielles, commerciaux, industrielles), des intérêts qui peuvent être opposés (PR 41). Ainsi, organiser des structures et mécanismes institutionnels qui répondent à ces contraintes financières permettrait de réduction de la vulnérabilité collective.

Pour organiser ces structures de collaboration interéchelle, il est important de clarifier les responsabilités, en deux volets :

- *définir la juste autonomie pour chaque communauté, à partir du principe de subsidiarité* : tel que l'écrivait Billé, « on part de la personne [ici : communauté], à laquelle on laisse son autonomie, tant qu'elle peut l'assumer. Si elle ne le peut pas, on cherche à responsabiliser le niveau supérieur, la famille [la MRC/région] [...] « il ne s'agit donc pas de déléguer au niveau local, mais de laisser à l'échelle la plus petite souhaitable la gestion d'un problème donné » (Billé, 2006 : paragraphe 39); concrètement, si la vulnérabilité spatiale est au maximum dans presque tous les indicateurs, il est évident que les solutions dépassent la capacité locale et il sera alors nécessaire de faire appel aux ressources externes à la communauté ce qui ne vient pas sans la conséquence de devoir partager le pouvoir décisionnel avec des échelons supérieurs;
- *assumer les interdépendances spatiales des impacts* : amener les responsables des biens et services collectifs (le gouvernement, les ministères) à collaborer avec l'échelon local et ne pas gérer seuls leurs actifs (e.g. les routes côtières);

ce qui suppose également un partage du pouvoir à travers les échelons d'autorités.

Cette clarification des responsabilités et du cadre de collaboration interéchelle en deux volets est un préalable à la réalisation de la gestion et devrait être partie intégrante de l'état de la situation. Le diagnostic de vulnérabilité côtière intégrée collige d'ailleurs une grande part de l'information nécessaire pour y arriver.

Ensuite seulement, les acteurs pourront travailler à l'aide des deux principaux outils qui s'offrent pour gérer la côte : le plan de gestion et les règles d'aménagement (territoire/milieu urbain). Du côté du plan de gestion, le choix du contenu revient à chaque groupe de travail. Les initiatives des tables de concertation régionales au Québec et celle du *Northern Ireland Coastal and Marine Forum* sont prometteuses pour y arriver. Cependant, en pratique ils sont limités. D'un côté, les plans de gestion locaux ou régionaux ne remplacent pas une stratégie gouvernementale de gestion intégrée des zones côtières, ce qui est toujours absent au Québec. D'un autre côté, dans les faits, le *Coastal Forum* a stagné depuis sa création et il faut apprendre de ces erreurs, telles que décrites par Cooper (2011) : la participation volontaire, l'absence d'amélioration en terme de relation entre les différents ministères et organismes gouvernementaux, la faiblesse des mécanismes assurant l'atteinte des objectifs. D'autre part, le manque de leadership provincial révélé dans la cartographie des acteurs (Chapitre 4; section 4.6), transparait aussi dans l'absence d'engagement affiché de la part du ministère responsable de l'aménagement, un aspect primordial pour une démarche de gestion des usages du territoire. Cependant, l'attentisme des municipalités n'est pas justifié : il est de mise de rappeler que le pouvoir d'une administration locale s'étend à celui de se contraindre volontairement à des règles d'urbanisme. En ce sens, l'analyse des mesures de réglementation basées dans la communauté (section 4.5.1) a révélé combien Carleton-sur-Mer est innovatrice avec son règlement d'urbanisme régissant les constructions en haut des falaises.

En somme, l'enjeu des ressources peut être abordé par les communautés en se posant certaines questions clés : Quel niveau d'autonomie la communauté désire-t-elle ? Quel niveau d'interdépendance y a-t-il dans les enjeux qui relèvent d'autorités hors de la communauté ?

Sans tout régler, une communauté pouvant répondre à ces questions devrait avoir une idée juste d'où les ressources peuvent provenir. Advenant le cas d'une autonomie décisionnelle complète, mais de ressources qui ne répondent pas à la hauteur des solutions, la piste est de se tourner vers plus grand que soi avant que ne les conséquences ne soient désastreuses; le compromis à faire étant sur le pouvoir. Les seules exceptions résident dans l'approche par précaution financée par les programmes gouvernementaux, où l'orientation de gestion est prédéterminée, la relocalisation stratégique (voir ci-dessous section 5.5.5).

5.5.4.3 Autonomisation et protection contre les catastrophes

En dépit des conflits, des processus d'essais et d'erreurs et du défi des ressources, il y a un consensus dans les écrits sur les retombées positives de l'approche collaborative (Hemmati et al., 2002; O'Faircheallaigh, 2010; Saarikoski, 2000). Les arguments fondateurs de la réduction de la vulnérabilité reposent principalement sur le développement de l'autonomie et sur une meilleure protection contre les catastrophes.

D'abord, lorsqu'une communauté s'organise autour du thème de la gestion de la zone côtière en développant un plan de gestion et des règlements, les acteurs se fédèrent et s'engagent, et la communauté gagne ainsi en autonomie (*empowerment*). L'exemple de Carleton l'illustre bien : la retombée directe de son règlement municipal est la possibilité d'invoquer son règlement comme argument pour allouer les permis de construction d'une manière plus durable. Ainsi, l'outil créé localement augmente le pouvoir local de réduire la vulnérabilité locale. De même, une communauté qui se

dote d'un plan de gestion de manière officielle, transparente, sur de solides bases scientifiques et en concertation avec les citoyens, comme on l'a vu ailleurs, notamment dans le North Norfolk au Royaume-Uni (North Norfolk District Council, 2012), se donne les moyens définir la répartition durable des usages, sur plusieurs générations.

Ensuite, il y a un autre effet de la collaboration qui protège contre les catastrophes. La fédération d'acteurs locaux sur le sujet de la gestion côtière mobilise toutes les préoccupations, quelles que soient les positions défendues. En effet, notre étude a illustré comment ces préoccupations sur les risques et sur leur gestion, dormantes dans la majorité des communautés, sont une clé dans la perception de la gouvernance durable des risques (chapitre 3). Ainsi, susciter le débat sur l'organisation de la gestion côtière entraîne une rétroaction directe sur la vulnérabilité : la portion reliée aux perceptions diminue par la seule circulation d'information et par les échanges informels. Même si l'exactitude de la représentation des risques n'est pas à son sommet, l'intérêt est un premier pas très important pour une gestion durable (voir section 4.3 Sensibilisation). En conséquence, entamer une démarche de gestion collaborative à l'échelle d'une communauté génère un double impact de réduction de la vulnérabilité : en augmentant l'autonomie décisionnelle, mais aussi en suscitant la conscientisation pour les risques.

Attention, cependant, car la vulnérabilité spatiale n'en est pas réduite pour autant et il importe de produire des résultats par ce processus de gestion collaborative. Les approches classiques pour réduire cette portion de la vulnérabilité sont 1) de résister/se protéger en conservant la ligne de côte là où elle est, 2) de s'adapter en modifiant les pratiques et 3) finalement de reculer pour redonner un plein espace d'accommodation à la côte. Dans la plupart des côtes déjà en érosion, il apparaît clair que la magnitude des impacts et de l'entretien que nécessite la protection sont au-delà de la capacité d'absorption (surtout financière), quand on considère 2 ou 3

générations comme échelle de gestion. C'est d'autant plus vrai quand les projections de fréquence des événements extrêmes sont en augmentation. Ensuite, il y a un seuil où la possibilité d'adapter nos pratiques en modifiant les bâtiments ou les activités est aussi dépassée. Ce seuil varie selon l'intensité et la rapidité des changements environnementaux, les individus concernés, leur résistance au changement, mais aussi la rigidité des règles d'urbanisme (e.g. la régénération de plage est souvent interdite) et la créativité des ingénieurs à développer des adaptations à faible coût et durables. Dans plusieurs cas, cependant, ne reste que la relocalisation comme option plausible d'adaptation (voir prochaine section).

En somme, construire la participation dans un cadre de gestion collaborative est une clé pour réduire la vulnérabilité à long terme dans une communauté : elle construit l'autonomie à la fois l'autonomie et contribue à la protection contre les catastrophes.

Stratégie: CONSTRUIRE LA PARTICIPATION

Mesures phase 2 : après s'être approprié les résultats d'un diagnostic de vulnérabilité, s'être donné une vision pour le long terme pour la communauté, et avoir clarifié les responsabilités de chacune des parties prenantes, que chaque communauté concernée par les risques côtiers entreprenne un processus de gestion collaborative visant à produire un plan de gestion de la zone côtière qui définit la vision et les stratégies afin de réduire de manière durable la vulnérabilité des enjeux en zone côtière. La démarche peut aussi servir à mettre en place d'autres des mesures complémentaires, telle l'amélioration de ses règlements municipaux concernant l'aménagement en zone à risque. La démarche doit aussi prévoir une méthode de gestion de conflits.

5.5.5 La relocalisation stratégique : du mythe vers un changement voulu

Nature titrait récemment : « Les gouvernements ont besoin de recherche et de recommandations pour les aider à déménager des villes et villages menacés par les changements climatiques » (López-Carr and Marter-Kenyon, 2015 : 265 [traduction libre]). Dans plusieurs cas, la relocalisation stratégique n'est plus une option, mais une nécessité d'adaptation, et il s'agit ici plutôt d'orchestrer le changement le plus en douceur possible plutôt que de faire un choix d'adaptation. C'est la voie de l'adaptation transformationnelle (Kates et al., 2012). La relocalisation stratégique est particulièrement appropriée pour les communautés côtières dotées d'enjeux en sommet de falaises meubles (e.g. secteur des Caps de Carleton-sur-Mer à Avignon) et des bas-champs protégés par une barrière ou flèche littorale endommagée à répétition (e.g. secteur Pointe-Verte à Avignon, secteur Cranfield/Greencastle à Kilkeel). Ainsi, devant le constat qu'il ne reste que la relocalisation, il s'agit d'orchestrer « le moindre mal », en planifiant les étapes qui mèneront la communauté à un nouvel état d'équilibre, autrement dit d'organiser une trajectoire d'adaptation (Djalante et al., 2013), ce qui n'est pas sans créer certaines opportunités.

Du côté du financement de la relocalisation, il est dorénavant possible de conserver une grande part du poids décisionnel à l'échelle locale en répondant à des programmes gouvernementaux très précis qui imposent la stratégie du plan de gestion : la relocalisation stratégique. Les exemples de l'appel à projets Cousin en France ou du programme Pathfinder au Royaume-Uni sont des précédents qui auraient avantage à trouver écho dans d'autres pays (Cousin, 2011; DEFRA, 2012). Pour les endroits où ce n'est pas le cas, il faut réclamer des aides externes à la communauté auprès des gouvernements, sur la base d'un argumentaire qui met en évidence l'ampleur des enjeux qui amènent des bénéfices bien au-delà de la communauté seule, tels les services publics (hôpital de Maria), la route/évacuation d'urgence (route 132 à Maria, chemins d'évacuation à Greencastle) ou le tourisme

(plages urbaines de Chipiona, plage et camping de Cranfield, tourisme de passage à Carleton et Maria), etc.

Suivant le financement, il s'agit pour la communauté d'identifier les incertitudes, barrières institutionnelles ou comportementales/émotives à l'adaptation, afin de trouver des ressources qui permettront de dénouer ces enjeux. À ce chapitre, le diagnostic de vulnérabilité que nous proposons identifie une bonne part de ces verrous.

L'autre cheval de bataille de l'adaptation transformationnelle est celui de la résistance au changement et le besoin de démystifier la relocalisation. Cette résistance est naturelle chez l'être humain et le changement imposé est encore plus difficile à accepter. Il faut donc que la communauté soit partie prenante de la décision. D'une part, les campagnes d'information et la disponibilité d'acteurs scientifiques crédibles jouent ici un rôle critique. D'autre part, il faut laisser à la communauté suffisamment de pouvoir pour qu'elle se sente maître de ses choix. Plusieurs dimensions peuvent y contribuer, celles de l'échelle de temps, du financement, de réaménagement des usages, etc. Cela dit, des ressources pour la gestion de conflits ne sont pas à lésiner, comme il a été souligné plus haut.

Finalement, le succès de cette approche est aussi conditionnel à une réelle volonté du gouvernement central de fournir les outils et les informations nécessaires. Dans les trois sites étudiés, ils touchaient aux dimensions suivantes :

- 1) *reconnaître et documenter l'enjeu du domaine côtier en contexte de changements climatiques*, reconnaître la présence et les dangers des risques naturels dans l'espace littoral, soutenir la production de connaissances à jour et le droit d'accès à l'information environnementale (suivi du trait de côte)
- 2) *prendre ses responsabilités en matière de risques naturels*, prendre les mesures nécessaires pour limiter les risques pour les résidents, que ce soit les

risques à la sécurité, mais aussi ceux reliés au maintien des besoins primaires reconnaître les imputabilités à ce chapitre, clarifier les restrictions d'aménagement et fournir les arguments législatifs pour y arriver;

- 3) *supporter une vision durable de l'aménagement côtier*, ce qui implique de fournir les mesures légales nécessaires pour laisser un espace de liberté au littoral meuble pour s'accommoder des impacts des changements climatiques, pour reconnaître la nécessité de réaménager les usages du territoire pour y faire face (soupeser les priorités entre la protection du territoire agricole et celui d'habitations) et de revoir le pacte fiscal des localités.

Ainsi, la relocalisation stratégique est parfois une adaptation nécessaire qui pourrait mener la communauté vers le retour à un état d'équilibre à la condition que la communauté en fasse le choix et que les autorités fournissent les outils nécessaires.

Stratégie: RELOCALISATION STRATÉGIQUE

Mesures pour les communautés : pour les communautés, planifier dans le temps et dans l'espace les étapes vers la relocalisation stratégique pour les zones à risque où les impacts des changements climatiques sont irréversibles (sommets de falaises meubles), inévitables (types de côte dynamiques dans leur essence : flèches littorales, marais), ou trop importants pour songer à protéger comparé aux enjeux (sites multialéas, faibles densités de population, etc.).

Mesures pour la société : faire de la recherche sur les nécessités locales, régionales et nationales pour développer de bonnes pratiques en matière de planification de la relocalisation stratégique.

5.5.6 Apprentissage collectif : suivi et ajustement des pratiques par réseautage

Au cœur de l'approche adaptative, il y a aussi l'itération, les essais/erreurs. Le grand défi à relever est ici de ne pas répéter les mêmes erreurs. En même temps, les changements actuels sont sans précédent et il faudra des pionniers qui tenteront des approches. On peut aussi apprendre de celles des autres : c'est ce que permet l'établissement de réseaux d'apprentissage et de réflexivité sur les pratiques. Il y a plusieurs niveaux d'apprentissage et de boucles de rétroaction, que ce soit dans les comportements individuels, les règlements municipaux, jusqu'aux lois (Armitage et al., 2008).

À ce chapitre, un des apprentissages pressants concerne la définition du cadastre. Puisque la ligne de rivage n'est pas une ligne imaginaire fixe sur le territoire, mais bien une limite géomorphologique dynamique, en mouvement constant, les institutions et les pratiques de gestion doivent tenir en compte. C'est donc toutes les pratiques qu'il faut passer à la loupe.

Mais aussi, dans un contexte de changements climatiques, c'est vers le milieu physique qu'il faut tourner les projecteurs, pour suivre en continu le déroulement des changements. Le financement du suivi et de l'acquisition de données environnementales est incontournable pour la suite, car l'information environnementale est au cœur d'une gestion durable du milieu. Malheureusement, la question reste en suspens : mal-aimé de la science, alors qu'aucun ministère ne veut le faire, il faudra pourtant bien qu'un leader se décide à en prendre la charge. En attendant, le milieu évolue et les témoignages d'une manière pertinente pour la gestion sont trop rares. Les communautés pourraient se prendre en main et y jouer un rôle déterminant ; les pratiques de suivi (*monitoring*) participatif sont un bon moyen pour sensibiliser et pour collecter des données. D'ailleurs, *Nature* louait récemment ces pratiques, alléguant que la qualité des données environnementales d'institutions

privées (Coca-colaTM et la qualité de l'eau), autant que celle d'initiatives étudiantes ou encore de banques de données constituées grâce à des applications cellulaires, pouvait facilement dépasser celle des données gouvernementales (Hsu et al., 2014). Le suivi participatif est donc une piste intéressante pour les communautés locales.

Sur le plan des pratiques, les échanges d'expérience ont une grande importance. En plus des réseaux d'observateurs pour le suivi (comme celui en préparation à l'UQAR), d'autres réseaux pourraient enrichir les pratiques : des réseaux institutionnels, comme le *Coastal Forum* et les comités ZIP le font partiellement, et des réseaux de communautés touchées par les risques côtiers, encore aucune initiative en ce sens n'a été rencontrée. Un type encore plus large d'échanges de pratiques pourrait se trouver dans le jumelage international des communautés qui font face aux risques côtiers. Un programme européen (*Europe for citizens*) encadre ce type de jumelage, en visant à financer la rencontre de citoyens et la mise en réseau thématique (EC-EACA - Education, 2013).

En bref, la réflexivité sur les pratiques locales, régionales, provinciales, fédérales est au cœur d'une gestion adaptative et doit faire l'objet d'une stratégie explicite. Différents réseaux d'échange peuvent y contribuer, pour le suivi environnemental autant que les échanges d'expérience de pratiques de gestion.

Stratégie: APPRENTISSAGE COLLECTIF

Mesures: Établir des réseaux à différentes échelles pour favoriser le suivi de l'environnement et la réflexivité sur les pratiques en matière de gestion des risques côtiers.

5.5.7 Succession de stratégies

Ces différentes stratégies s'articulent aisément dans une succession logique à travers le temps, qui s'échelonne sur une ou deux générations, créant ainsi un continuum de gestion côtière adaptative. Ce continuum est pensé pour une communauté où les impacts des changements climatiques sont majeurs, imminents, irréversibles et où il réside une certaine ambiguïté temporelle ou spatiale dans la manifestation de ces impacts. Également, les différents rôles du climat dans la vulnérabilité communautaire décrits précédemment (voir section 5.4) peuvent être reformulés et servir d'objectifs de gestion s'arrimant avec les stratégies de réduction de la vulnérabilité : adopter des mesures pour prévenir des désastres (facteur de désastre), améliorer la conscientisation fonctionnelle (facteur de perception), construire l'identité culturelle (facteur d'identité culturelle), adapter les institutions (facteur de perception de la gouvernance et facteur institutionnel). En ajoutant des objectifs concernant la nécessité d'adopter une vision à long terme et celle d'acquérir et de maintenir à jour la connaissance locale, on obtient ainsi une gamme d'objectifs qui soutient l'ensemble des stratégies clés du continuum.

À travers ces différentes recommandations, le grand défi à relever demeure celui de la prévention : prévenir en cartographiant les risques, prévenir en mettant en marche une gestion qui s'adapte aux transformations et qui est basée sur une vision à long terme, prévenir en sensibilisant suffisamment, prévenir en s'occupant du bâti existant, prévenir en s'occupant des groupes vulnérables, prévenir en luttant contre la pauvreté pour se protéger des catastrophes, prévenir en fournissant les ressources nécessaires aux communautés pour accroître leur autonomie. Ces efforts nécessaires ont des implications multidimensionnelles qui touchent tant la science que les politiques publiques. Comment identifier les seuils critiques où il faut procéder à la relocalisation (PR 42) ? Quelles sont les meilleures manières de procéder à la

relocalisation individuelle/en groupe (PR 43) ? Comment adapter les institutions aux changements perpétuels de l'environnement (PR 44) ?

Encadré 5.1 : Résumé des pistes de recherche (PR) identifiées

Le détail des 44 pistes de recherche identifiées dans le texte est situé en annexe N. Nous avons regroupé les pistes en axes de recherche porteurs.

1. AMÉLIORATION DE LA PROJECTION D'ÉROSION ET MEILLEURE CONNEXION AVEC L'ALÉA DE SUBMERSION

2. IDENTITÉ COMMUNAUTAIRE ET ZONE CÔTIÈRE EN CONTEXTE D'ACC

3. TRANSFERT DE CONNAISSANCES

4. PERCEPTIONS DES RISQUES ET DE LA GOUVERNANCE DES RISQUES

5. PROCESSUS ET TRAJECTOIRES D'ADAPTATION

a) Trajectoires, apprentissages collectifs et impacts sur les services écosystémiques

b) Conflits et médiation environnementale communautaire

c) Aménagement et accès public

d) Préparer la relocalisation stratégique

6. MESURES POUR FAIRE FACE AUX ENJEUX SOCIO-ÉCONOMIQUES

a) Mesures sociales

b) Mesures économiques (équilibre public-privé)

À notre avis, l'axe à prioriser actuellement serait celui des trajectoires du processus et des trajectoires d'adaptation. L'idée serait d'abord de décrire les trajectoires passées selon les historiques d'aléas et leurs impacts, y compris les impacts via l'héritage d'adaptation, sur les services écosystémiques, d'une manière systématique et dans plusieurs communautés ayant eu des événements extrêmes à plusieurs reprises. Cette analyse pourrait être accompagnée de recherche sur les différentes techniques de gestion de conflit et de médiation environnementale à l'échelle communautaire. La question de l'aménagement et des usages, en particulier celui de l'accès public à la côte, au sein de ces dynamiques serait un aspect de la question pertinent à analyser. Enfin, il semble qu'en plusieurs endroits les changements soient irréversibles et il faut soutenir la recherche des meilleurs moyens pour planifier la relocalisation stratégique, tant dans ses aspects sociaux qu'économiques. Cet axe de recherche serait donc porteur et plusieurs défis sont à relever autour de ce sujet en ce moment, tant au Québec qu'ailleurs dans le monde.

Encadré 5.2 : Synthèse des recommandations générales

État des lieux – Réaliser des diagnostics de vulnérabilité côtière intégrée pour chaque unité de gestion du territoire à une échelle suffisamment fine pour considérer les variations locales de vulnérabilité.

Gérer l'urgent et les besoins primaires – Établir un filet social pour les enjeux imminents et un principe de précautions afin d'assurer le maintien d'un bien-être minimal pour les individus et les communautés exposées aux risques côtiers.

Construire la participation – Phase 1 – Réaliser des campagnes de sensibilisation aux risques côtiers et à la résilience naturelle de l'écosystème en contexte de changements climatiques.

Construire la participation – Phase 2 : Après s'être approprié les résultats d'un diagnostic de vulnérabilité, s'être donné une vision pour le long terme pour la communauté, et avoir clarifié les responsabilités de chacune des parties prenantes, que chaque communauté concernée par les risques côtiers entreprenne un processus de gestion collaborative visant à produire un plan de gestion de la zone côtière qui définit la vision et les stratégies afin de réduire de manière durable la vulnérabilité des enjeux en zone côtière. La démarche peut aussi servir à mettre en place d'autres mesures complémentaires, telle l'amélioration de ses règlements municipaux concernant l'aménagement en zone à risque. La démarche doit aussi prévoir une méthode de gestion de conflits.

Relocalisation stratégique – Communautés : Pour les communautés, planifier dans le temps et dans l'espace les étapes vers la relocalisation stratégique pour les zones à risque où les impacts des changements climatiques sont irréversibles (sommets de falaises meubles), inévitables (types de côte dynamiques dans leur essence : flèches littorales, marais), ou trop importants pour songer à protéger comparé aux enjeux (sites multialéas, faibles densités de population, etc.).

Relocalisation stratégique – Société : Faire de la recherche sur les nécessités locales, régionales et nationales pour développer de bonnes pratiques en matière de planification de la relocalisation stratégique.

Apprentissage collectif – Établir des réseaux à différentes échelles pour favoriser le suivi de l'environnement et la réflexivité sur les pratiques en matière de gestion des risques côtiers.

CHAPITRE 6 : CONCLUSION GÉNÉRALE

L'évaluation de la vulnérabilité à divers aléas dans le contexte des changements climatiques est devenue une étape incontournable pour la production de l'état de situation nécessaire à la prise de décision pour la gestion durable de l'aménagement et de la qualité de vie des communautés côtières locales. Elle est aussi recommandée par les grands organismes comme l'UNISDR. Toutefois, l'érosion côtière y est très peu considérée en regard de l'aléa de submersion, un problème particulièrement marqué pour les littoraux nord-atlantiques, où les côtes meubles abondent. Par ailleurs, l'échelle des communautés locales est un échelon vital dans une réponse adaptative et durable à l'augmentation des aléas côtiers en contexte de changements climatiques. C'est pourquoi cette thèse visait principalement le développement d'une méthode d'évaluation de la vulnérabilité côtière à l'échelle des communautés, qui intègre mieux l'érosion côtière et qui repose sur une vision écosociosystémique des communautés.

Pour l'élaboration de cette méthode, la revue de la littérature a permis de dégager certaines contraintes et certains aspects prometteurs, comme

- la nécessité d'usage d'un modèle prédictif de la migration côtière;
- le potentiel d'une évaluation écosociosystémique des impacts et de l'adaptation à partir des déterminants de la vulnérabilité;
- la diversité des évaluations des mesures et du processus d'adaptation;
- la nécessité d'intégrer les perceptions des risques, mais aussi celles de gouvernance des risques dans l'évaluation de la vulnérabilité;
- le potentiel de l'utilisation des facteurs de vulnérabilité comme dénominateur commun.

Les questions de recherche portaient sur trois aspects :

- l'intégration des perceptions des risques naturels;
- l'intégration des perceptions de la gouvernance dans l'évaluation de la vulnérabilité;
- le développement d'une évaluation intégrée de la vulnérabilité qui soit opérationnelle pour les décideurs à l'échelle des communautés locales.

Les deux premières questions ont été traitées à l'aide de sondages avec les citoyens et d'entrevues semi-dirigées avec des gestionnaires de différents paliers de gouvernement réalisés dans trois communautés côtières, soit celles d'Avignon (Carleton-sur-mer et Maria) au Québec, Canada, de Kilkeel (Irlande du Nord, UK) et de Chipiona (Andalousie, Espagne). Les résultats ont permis l'élaboration d'indicateurs de « conscientisation fonctionnelle » et d'indicateurs de cohérence des perceptions entre les gestionnaires et les citoyens à propos de la gouvernance des risques naturels.

D'une manière générale, nos résultats issus de la comparaison des trois communautés soutiennent les conclusions suivantes :

- le rôle du partage des connaissances avec les citoyens est déterminant dans la conscientisation fonctionnelle et dans les préférences pour des solutions qui s'inscrivent dans une gestion durable des côtes;
- l'identification des freins à une bonne cohérence entre les citoyens et les gestionnaires à propos de la gouvernance mérite davantage d'attention dans l'élaboration des stratégies de réduction de la vulnérabilité et de construction de la résilience, en particulier les biais émotifs de perceptions reliés à une brèche de sécurité ontologique chez certains citoyens ou à des facteurs qui font diverger la priorité accordée à la prévention des risques.

Ainsi, notre étude a montré que les perceptions des risques et de la gouvernance des risques naturels sont des facteurs déterminants dans la vulnérabilité des communautés. Ces résultats ont par la suite été englobés dans la méthode diagnostique de vulnérabilité côtière intégrée à l'aide d'indicateurs, ce qui répondait aux objectifs initiaux.

6.1 Quantifier les perceptions des risques côtiers grâce à la conscientisation fonctionnelle

Nous avons présenté un modèle conceptuel de la conscientisation fonctionnelle supporté par un jeu d'indicateurs semi-quantitatifs. L'approche a été testée dans les trois communautés à l'étude et les perceptions ont été comparées aux données géoscientifiques. Les résultats indiquent que les perceptions de risques et de changements environnementaux sont fortement reliées au site. À Avignon (Québec), la communauté semble avoir atteint un niveau de conscientisation fonctionnelle à propos des risques et changements côtiers, où des représentations justes des risques (danger et incertitude) se combinent conséquemment vers une attitude positive envers les solutions les plus durables. À Chipiona (Andalousie) et Kilkeel (Irlande du Nord), la perception du danger concordait plus faiblement avec les données géoscientifiques. Une analyse des correspondances multiples a confirmé la différence des perceptions entre les trois sites d'études, à propos de la perception du danger et les solutions préférées, et a souligné l'importance de i) l'éducation et la sensibilisation, et (ii) la durée d'expérience dans la communauté et l'âge des participants. Ainsi, tant les caractéristiques spécifiques au site du point de vue biophysique que les facteurs socioculturels sont reliés au niveau de conscientisation et ensemble ils influencent la capacité de changement comportemental dans un contexte de changement côtier. Nous avons proposé une évaluation fiable et répétable des perceptions du danger, de l'incertitude et du changement comportemental prévu qui teste de manière systématique la conscientisation fonctionnelle d'une communauté et peut ainsi

contribuer de manière crédible à l'évaluation de la capacité d'adaptation. Finalement, la conscientisation fonctionnelle ne garantit pas une gestion efficace de l'environnement côtier, alors que des facteurs du domaine affectif et les perceptions de la gouvernance, particulièrement la cohérence de perception entre les citoyens et les gestionnaires peut interférer avec la matérialisation des solutions préférées.

Ce chapitre implique que la construction de la conscientisation est un facteur de premier ordre à la fois pour la gestion durable de l'aménagement et de la qualité de vie des communautés exposées aux impacts des changements climatiques et pour la prévention des catastrophes, particulièrement dans un contexte d'incertitude ou d'ambiguïté. La mise en oeuvre des mesures d'adaptation par les décideurs n'a pas de sens si les mesures ne sont pas comprises par les populations affectées. Donc, une gestion holistique des communautés côtières ne peut être réalisée qu'en présence d'une conscientisation fonctionnelle. Ainsi, la société civile pourrait se voir attribuer un plus grand rôle dans la gestion des risques côtiers dans le futur. Dans la communauté ayant atteint le niveau de conscientisation le plus élevée, l'éducation et la sensibilisation aux changements et risques environnementaux ont semblé augmenter les habiletés contribuant à la conscientisation fonctionnelle : observer objectivement les variations environnementales, comprendre la complexité des interactions avec ou au sein de l'environnement et conséquemment construire des préférences ajustées pour les solutions durables. La méthode proposée peut aider à identifier les compétences qui sont le plus à améliorer dans une communauté donnée pour contribuer à la capacité d'adaptation locale. Alors que l'expérience directe de la côte augmente la conscientisation, des campagnes d'information et de sensibilisation ciblées ont aussi un grand potentiel pour améliorer la conscientisation, mais elles doivent être ancrées dans la réalité de l'environnement local, car le contexte spécifique au site est un facteur majeur de perception.

6.2 Perceptions de la gouvernance des risques: comment s'arriment les citoyens et les gestionnaires ?

Ce chapitre sur les perceptions de gouvernance du risque a illustré le potentiel d'un cadre conceptuel basé sur des compétences pour identifier des difficultés liées aux perceptions dans la capacité de la communauté à s'adapter. Les trois communautés à l'étude ont fait l'objet d'un sondage systématique et d'une série d'entrevues semi-dirigées avec des gestionnaires locaux à nationaux.

Dans les trois communautés, les perceptions citoyennes semblaient réduire l'habileté à contribuer constructivement à l'adaptation, soit par une évaluation dysfonctionnelle des risques (e.g. Kilkeel) ou un contexte affectif destructif (e.g. Avignon), ou alors les deux (e.g. Chipiona). De plus, aucune des trois communautés sondées ne semblait avoir atteint un niveau fonctionnel de cohérence entre les citoyens et les gestionnaires.

Les raisons sous-jacentes varient d'une communauté à l'autre, et l'évaluation basée sur des indicateurs a permis d'identifier les critères les plus critiques dans chacune d'elle. Ils incluent:

- à Avignon, la perception d'une brèche de sécurité dans la sécurité ontologique de certains citoyens et la mécompréhension à propos des rôles et responsabilités du gouvernement;
- à Kilkeel, des scores seulement intermédiaires qui pourraient être reliés à une sous-estimation du potentiel participatif et à une attitude surrationnelle envers les victimes des risques et changements environnementaux;
- à Chipiona, un manque d'information et de sensibilisation, et une courte tradition démocratique, qui entraînent une désimplication et un décalage dans la compréhension de l'inclusivité et du leadership dans la gouvernance côtière.

De surcroît, la confiance envers les institutions est apparue comme un facteur sous-jacent commun dans l'incohérence des perceptions, incluant l'insatisfaction et un biais de distance dévalorisant l'expertise institutionnelle autant que citoyenne.

Ainsi, chacun à leur manière, les facteurs de perception de la gouvernance contribuent à la vulnérabilité anthropogénique des communautés. En même temps, ils diminuent la capacité d'adaptation de ces villages en réduisant l'acceptabilité sociale des mesures qui semblent durables aux yeux des gestionnaires. Les nouveaux modèles de gestion durable de la côte ancrée dans les communautés (*community-based*) favorisent l'augmentation de la participation de la société civile pour améliorer l'acceptabilité sociale des décisions. Toutefois, ce chapitre implique qu'un désaccord entre les citoyens et les gestionnaires peut réduire la capacité à mener une gouvernance ancrée dans la communauté. Nous recommandons que les perceptions de la gouvernance soient évaluées avant de lancer de nouvelles initiatives de gouvernance participative. Des ateliers préliminaires avec les citoyens et les gestionnaires pourraient être utilisés pour construire la confiance envers les institutions. De plus, lorsque des difficultés sérieuses sont identifiées comme la perception d'une brèche dans la sécurité ontologique, elles doivent être réglées avec des mesures et ressources adéquates avant même de considérer une collaboration d'égal-à-égal.

Dans ce sens, l'évaluation semi-quantitative proposée dans ce chapitre a été un succès. En utilisant des ressources limitées (4 mois de terrain par communauté) et une démarche basée sur des indicateurs mesurables de la présence de compétences de clé dans l'adaptation des communautés, il a été possible d'identifier et de souligner des stratégies adaptées au contexte local pour dépasser les vulnérabilités liées aux perceptions de la gouvernance. Cela a aussi permis de construire un réseau social autour du thème des risques côtiers. La prochaine étape serait de l'ordre de la recherche-action pour mesurer la rétroaction de cette étude sur la communauté et

d'autres parties prenantes pertinentes, et de soutenir la communauté dans le perfectionnement de ses stratégies d'adaptation d'une manière pertinente pour elle. D'autres perspectives pourraient aussi impliquer de tester cette évaluation dans d'autres contextes côtiers, comme dans des communautés autochtones ou non occidentales, où le sens de 'collectivité' peut différer significativement.

6.3 Une nouvelle méthode diagnostique de vulnérabilité côtière intégrée

Le principal résultat de cette thèse est une méthode de Diagnostic de vulnérabilité côtière intégrée, ancré dans une approche multidisciplinaire comprenant des méthodes mixtes. La démarche proposée se déploie selon quatre axes principaux :

1. Une évaluation qualitative des facteurs de vulnérabilité externe biophysique, basée sur la revue des projections régionales de changement environnemental passées et futures;
2. Une évaluation des facteurs de vulnérabilité spatiale interne, basée sur une classification côtière géomorphologique comprenant 11 variables principales à l'échelle des cellules côtières :
 1. la cartographie de l'évolution du trait de côte ou de la ligne de rivage;
 2. l'importance de l'espace d'accommodation;
 3. l'importance des sites multirisques;
 4. la superficie de terrain exposé aux projections d'érosion en 2026, 2056 et 2106 selon un principe de précaution;
 5. une estimation de la population exposée actuellement et potentiellement concernée d'ici 2106;
 6. un indicateur de la vulnérabilité des bâtiments en 2026, 2056 et 2106;
 7. un indicateur de la vulnérabilité des réseaux, en particulier des routes, en 2026, 2056 et 2106;

8. l'évaluation des valeurs intangibles du paysage par cartographie citoyenne ;
9. une estimation de la résilience naturelle du paysage;
10. la maladaptation ou l'héritage d'adaptation, soit une évaluation de l'adéquation des structures de protection selon le type de côte;
11. la présence de mesures d'adaptations spatiales réduisant la vulnérabilité, tels des statuts de conservation de certains secteurs ou la recharge de plage.

Ces 11 aspects ont été articulés dans un visualiseur de vulnérabilité spatiale pour en faciliter l'appropriation par les usagers.

3. Une évaluation des facteurs de vulnérabilité socioéconomique interne non spatiaux, via l'analyse de perception des risques (la quantification du niveau de conscientisation fonctionnelle), de gouvernance des risques (la quantification du niveau de cohérence entre citoyens et gestionnaires et de biais émotif) et la revue des mesures de planification adaptative du territoire ancrées dans la communauté;
4. Une analyse institutionnelle pour cerner les facteurs de vulnérabilité socioéconomiques externes à la communauté, basée sur la cartographie des interactions entre acteurs et des outils institutionnels (lois, programmes, plans, mesures) soutenant la gestion des risques côtiers et s'inscrivant dans une gestion adaptative et durable du territoire.

Cet outil de diagnostic a été développé d'après des campagnes de terrain géomorphologiques en plus des sondages et entrevues réalisés pour l'analyse des perceptions décrits plus haut dans les trois mêmes communautés. Le Diagnostic a été appliqué en tout point à Kilkeel en partant de très peu de données (seulement les cartes et photos aériennes historiques numérisées, et les couches d'information gouvernementales sur les bâtiments et les routes). L'évaluation a aussi été réalisée partiellement (analyse spatiale moins détaillée) à Avignon et Chipiona.

À Avignon, les tendances régionales passées et futures indiquent une période de grandes variations environnementales et l'historique d'événements extrêmes et d'une côte très dynamique, combiné à des campagnes de sensibilisation des citoyens depuis près d'une décennie, ont trouvé écho dans les perceptions très adéquates des changements, jusqu'à un niveau de conscientisation qui favorise des choix durables. En outre, ce contexte marqué par les grandes variations du milieu a aussi influencé l'objectivité des citoyens en regard de la gouvernance des risques et une brèche de sécurité ontologique a été observée chez certains, en l'absence de mesures d'accompagnement social pour les citoyens les plus vulnérables (dû à leur exposition ou à leur condition socioéconomique), qui se traduit dans des lacunes multiples des arrimages institutionnels surtout à travers les disciplines qui touchent à la gestion du trait de côte.

À Kilkeel, dans l'ensemble, les taux d'érosion et les tendances régionales sont moins dramatiques que dans les autres communautés, ainsi, la vulnérabilité de Kilkeel provient surtout de facteurs socioéconomiques, tant internes (conscientisation de niveau intermédiaire, cohérence citoyens-gestionnaires intermédiaire et peu d'information circulant sur les risques côtiers) qu'externes (absence de processus de concertation avec l'échelle locale dans la gestion du trait de côte).

À Chipiona, la vulnérabilité est fondamentalement définie par l'absence d'information des citoyens, mais aussi de forts taux d'érosion. Ainsi, d'une part la dynamique exerce une pression sur le milieu, mais d'autre part, le sujet est relégué loin dans les priorités des institutions. Toutefois, l'appareil étatique jouit d'acquis et d'initiatives intéressantes, telles que la servitude de passage et les patrouilles de plages, qui ont un grand potentiel pour soutenir une gestion durable des côtes ancrée dans la réalité des communautés.

Ces applications du Diagnostic de vulnérabilité côtière intégrée ont donc illustré la possibilité concrète de dresser un portrait multidisciplinaire de la vulnérabilité des

communautés côtières, de manière efficace et efficiente, autant en temps qu'en ressources.

6.3.1 Contributions

Les innovations méthodologiques ont été multiples grâce à l'approche multidisciplinaire de la vulnérabilité, et ce, tant sur le plan de l'intégration des composantes de l'évaluation de la vulnérabilité (traitement des aléas, de l'espace d'accommodation, de l'héritage d'adaptation, des facteurs socioéconomiques et institutionnels), que sur celui plus général de la polyvalence, de la résolution, de la complexité, de la reproductibilité de cette méthode.

Les contributions scientifiques en matière d'évaluation de la vulnérabilité côtière peuvent être résumées ainsi :

- *combler une lacune majeure dans les évaluations de vulnérabilité côtière en intégrant l'impact de l'érosion* : évaluer les impacts de l'érosion côtière, créer un pont avec l'évaluation de la submersion, localiser les sites multirisques et l'intégration des impacts des structures de protection;
- *tenir compte de l'environnement réel dans toute sa complexité, sa diversité* : être en mesure de traiter ensemble une grande diversité de côtes, pas seulement d'un système côtier simple et isolé;
- *améliorer la résolution* : produire des données spatiales de haute résolution (résolution de 15 m dans la classification côtière);
- *intégrer davantage de complexité dans l'évaluation des impacts spatiaux et valoriser le savoir citoyen* : représenter spatialement les impacts indirects sur les communautés, via la cartographie des valeurs intangibles du paysage;

- *évaluer les facteurs socioéconomiques en utilisant les représentations citoyennes* : introduire l'aspect de la perception de la gouvernance des risques côtiers et la cartographie des acteurs institutionnels;
- *produire une science socialement pertinente* : représenter les données d'une manière qui parle aux acteurs locaux, aux non-experts en SIG, en utilisant une plate-forme polyvalente (chiffrier Excel);
- *assurer la reproductibilité* : fournir une manière structurée d'intégrer toutes ces perspectives en utilisant un vocabulaire institutionnel neutre.

Bref, la synergie de ces innovations a permis d'élargir la perspective sur la vulnérabilité côtière, dans le prolongement des études précédentes, tout en gardant une manière systématique et digeste de faire le tour plusieurs aspects du système complexe que représente une communauté côtière.

6.3.2 Limites

Les principales limites de l'étude concernent d'abord la taille de l'échantillon du sondage, en relation directe avec les ressources disponibles, qui est comparable à d'autres études, mais aurait pu être étoffée. Ensuite, l'équilibre entre la simplification et l'agrégation des variables est à trouver. Nous avons opté pour une approche multicritère transparente : dans le visualisateur de vulnérabilité, les deux sont disponibles selon l'intérêt de l'utilisateur. La méthode de projection d'érosion est quant à elle limitée par la fréquence des séries historiques; nous avons opté pour une attitude conservatrice de zonage de l'exposition qui implique de se préparer à des variations au moins similaire à celles vécues dans le passé. Finalement, les points qui méritent d'être creusés plus en profondeur sont l'évaluation de l'adéquation des structures de protection, l'intégration du risque de submersion et la robustesse du diagnostic.

6.3.3 Perspectives scientifiques

Pour élargir la réflexion du point de vue de l'avancement des connaissances, rappelons que le concept de vulnérabilité a de nombreuses limites, notamment qu'il considère surtout les impacts négatifs des aléas, en omettant les opportunités à saisir lors des changements naturels ou sociétaux entraînés par les changements climatiques. D'autre part, la notion de résilience a justement une consonance plus positive qui s'apparente à la capacité d'absorption, de rétablissement, de développement en saisissant les opportunités. Ces deux concepts sont d'ailleurs de plus en plus connectés dans la gestion des risques naturels. Par exemple, Cutter et al. (Cutter et al., 2008) ont démontré plusieurs modèles de chevauchement des deux concepts, alors que Maru et al. (2014) ont récemment proposé un modèle de « double boucle résilience-vulnérabilité » dans la prise de décision concernant les risques naturels. Il serait donc porteur de partir du diagnostic de vulnérabilité intégrée et d'en renforcer la dimension de la résilience.

6.4 Retombées et perspectives pour les communautés : un pas vers la participation

La retombée première de cette étude pour les communautés est sans contredit l'amélioration des connaissances sur leur milieu, l'état de la gestion des zones côtières et les freins à une gestion durable. Cet apport a été particulièrement grand pour la communauté de Kilkeel, où très peu d'information était disponible.

De plus, à l'issue de cette contribution essentiellement méthodologique d'analyse de vulnérabilité et des expériences dans les communautés étudiées, la réflexion nous mène à proposer un continuum de gestion côtière adaptative à l'échelle locale à l'intention des communautés locales vulnérables aux impacts des changements climatiques et une série de recommandations (voir le Chapitre 5 Discussion), dans lequel se succèdent une série de stratégies qui contribuent toutes à la réduction de la

vulnérabilité des communautés locales. En bref, ce continuum de gestion côtière suggère de faire l'état de la situation, y compris une évaluation de la vulnérabilité intégrée et la clarification des rôles et responsabilités, gérer l'urgence et le bien-être minimal, construire la participation en partant des campagnes d'information pour en aboutir aux plans de gestion issus d'une approche collaborative, pour ensuite mettre en œuvre les pistes du plan, sans oublier l'apprentissage collectif, le réseautage et la réflexivité sur les pratiques.

La réflexion sous-jacente à cette proposition suggère que les communautés les plus soumises aux changements environnementaux d'origine climatique et qui ont des représentations inexactes des risques ont tendance à faire des choix moins durables. Par contre, toutes ont les mêmes attentes dans les processus décisionnels, qu'il s'agisse de gouvernance institutionnelle ou d'implication des citoyens. Ultimement, notre étude démontre que :

1. Nonobstant le niveau de vulnérabilité, la gestion de la zone côtière, avec toute l'incertitude et l'ambiguïté que la situation comporte, est un enjeu collectif pour les communautés qui justifie une approche participative; d'une part, tous les intérêts, aussi divergents soient-ils, sont interreliés par leur localisation dans une même cellule hydrosédimentaire et le bien-être des toutes les parties (individuelles ou morales) doit être considéré comme interdépendant; d'autre part, dans ce contexte ambigu de risque (Renn, 2008) l'approche participative est un choix raisonnable pour la gestion des enjeux à long terme.
2. Au contraire de ce que Godschalk et al. (2003) ont observé il y plus d'une décennie, avec des efforts de sensibilisation et d'information, tel qu'à Avignon, l'intérêt n'est pas difficile à susciter : l'évidence de la situation fait le reste. Il y a un *momentum* à saisir ici pour développer un cadre de gestion participative.

Ainsi, le constat est le même tant pour l'intérêt que pour la participation : des efforts sont nécessaires pour les susciter avec succès. Ce changement d'attitude nécessaire est une opportunité sans précédent de (re)structuration et d'innovation des institutions autour de la problématique multidisciplinaire de la côte. De plus, le prétexte du diagnostic de vulnérabilité intégrée pourrait fournir le cadre nécessaire pour amorcer une telle démarche. La principale retombée de cette thèse pour les communautés est donc l'amorce ou la poursuite d'un processus de construction de la participation. Une suite doit maintenant être envisagée avec les communautés, en comptant sur les ressources nécessaires, sans quoi les efforts de conscientisation effectués risquent de virer à l'exaspération si rien n'est fait.

6.5 Perspectives pour la gestion durable de l'environnement : en quête d'une volonté affirmée

À l'issue de cette étude, il reste une chose certaine : la question de la réduction de la vulnérabilité côtière n'est pas simple et nécessite la participation de tous les acteurs concernés. Dans ce sens, une clarification des responsabilités et du cadre de collaboration inter-échelle en deux volets devrait être partie intégrante de l'état de la situation :

- définir la juste autonomie pour chaque communauté, à partir du principe de subsidiarité;
- assumer les interdépendances spatiales des impacts.

Concrètement, les acteurs locaux peuvent travailler à l'aide des deux principaux outils qui s'offrent pour gérer la côte : le plan de gestion et les règles d'aménagement (territoire/milieu urbain). Certes, les plans de gestion locaux ou régionaux ne remplacent pas une stratégie gouvernementale de gestion intégrée des zones côtières dans une perspective de gestion des risques et des impacts des changements

climatiques, ce qui est toujours absent au Québec (malgré la présence d'une stratégie de gestion intégrée du Saint-Laurent orientée sur les ressources). En effet, l'absence d'engagement affiché de la part des ministères responsables de l'aménagement était le lot des trois communautés étudiées et laisse croire qu'un effort particulier est à prévoir dans ce domaine pour la gestion durable des risques naturels. D'ailleurs, un des apprentissages collectifs les plus pressants concerne la définition du cadastre dans un contexte de changements environnementaux irréversibles. Ce fondement spatial de l'aménagement du territoire devra inévitablement considérer l'évolution du paysage de manière itérative. Cependant, l'attentisme des municipalités n'est pas justifié pour autant. Il est de mise de rappeler que le pouvoir d'une administration locale s'étend à celui de se contraindre volontairement à des règles d'urbanisme. Ainsi, il est essentiel que l'enjeu des ressources soit abordé de front par les communautés en se posant certaines questions clés : Quel niveau d'autonomie la communauté désire-t-elle ? Quel niveau d'interdépendance y a-t-il dans les enjeux qui relèvent d'autorités hors de la communauté ?

Sur cette lancée, susciter le débat sur l'organisation de la gestion côtière entraîne une rétroaction directe sur la vulnérabilité. En effet, la seule circulation d'informations, même par les échanges informels, suscite les préoccupations et tend à améliorer les connaissances sur le milieu, donc les perceptions de risque, et à réduire la vulnérabilité. En d'autres termes, construire la participation dans un cadre de gestion collaborative est une clé pour réduire la vulnérabilité à long terme dans une communauté : elle construit l'autonomie et contribue à la protection contre les catastrophes. Il faut donc que la communauté en vienne elle-même à la conclusion qu'une gestion empreinte de collaboration et fondée sur les principes de gestion durable est le choix le plus judicieux. D'une part, les campagnes d'information et la disponibilité d'acteurs scientifiques crédibles jouent ici un rôle critique. D'autre part, il faut laisser à la communauté suffisamment de pouvoir pour qu'elle se sente maîtresse de ses choix.

Le succès de cette approche est cependant conditionnel à une réelle volonté du gouvernement central de fournir les outils et arguments nécessaires : reconnaître et documenter l'enjeu du domaine côtier en contexte de changements climatiques, prendre ses responsabilités en matière de risques naturels, supporter une vision durable de l'aménagement côtier. La relocalisation stratégique sera d'ailleurs une adaptation nécessaire dans certains milieux qui transformera la communauté vers le retour à un état d'équilibre, mais son succès n'est possible que si la communauté en fait le choix et si les autorités lui fournissent les outils pour aller dans ce sens.

À l'échelle des apprentissages collectifs, le financement du suivi et de l'acquisition de données environnementales est incontournable pour la gestion durable de l'aménagement et de la qualité de vie des communautés côtières, car l'information environnementale est au cœur d'une gestion durable du milieu. Il appert aussi que les pratiques de suivi (*monitoring*) participatif constituent un bon moyen pour sensibiliser et pour collecter des données, à condition qu'elles se maintiennent dans le temps afin de fournir une information à jour. En bref, la réflexivité sur les pratiques locales, régionales, provinciales, fédérales de gestion des côtes est au cœur d'une gestion adaptative et doit faire l'objet d'une stratégie explicite, à l'opposé d'être fragmentée dans plusieurs silos ou échelons sans ponts. Différents réseaux d'échange peuvent y contribuer, pour le suivi environnemental autant que les échanges d'expérience de pratiques de gestion.

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

ADEME - Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie de France, 2013. Indicateurs de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique: Recueil de littérature internationale. ADEME, consulted 2015/03, <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/indicateurs-vulnerabilite-territoire-changement-climatique-7406.pdf> Angers, France.

Adger, N.W., 2000. Social and ecological resilience: are they related? Progress in Human Geography 24, 347–364.

Adger, N.W., Arnell, N., Tompkins, E., 2005a. Successful adaptation to climate change across scales. Global Environmental Change Part A 15, 77-86.

Adger, N.W., Hughes, T.P., Folke, C., Carpenter, S.R., Rockström, J., 2005b. Social–ecological resilience to coastal disasters. Science 309, 1036-1039.

Adger, W., 2006. Vulnerability. Global Environmental Change 16, 268-281.

Adger, W., Arnell, N., Tompkins, E., 2005c. Adapting to climate change: perspectives across scales. Global Environmental Change Part A 15, 75-76.

Adger, W.N., Barnett, J., Brown, K., Marshall, N., O'Brien, K., 2013. Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation. Nature Climate Change 3, 112-117.

Agardy, T., Alder, J., 2005. Chapter 19: Coastal Systems, Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends, pp. 513-549.

Aitken, C., Chapman, R., McClure, J., 2011. Climate change, powerlessness and the commons dilemma: Assessing New Zealanders' preparedness to act. Global Environmental Change 21, 752-760.

Alban, N., 2004. Concertation environnementale et développement du territoire sur le littoral aquitain, Département Gestion des Territoires. UR Agriculture et Dynamique de l'Espace Rural – Cemagref, Bordeaux, p. 84.

- Alban, N., Lewis, N., 2005. Évaluation des processus de concertation et de gouvernance du territoire sur le littoral aquitain. *VertigO* 6, 11 p.
- Albrecht, G., 2005. 'Solastalgia'. A New Concept in Health and Identity.
- Alessa, L., Kliskey, A., Brown, G., 2008. Social–ecological hotspots mapping: A spatial approach for identifying coupled social–ecological space. *Landscape and Urban Planning* 85, 27-39.
- Alzola, C., Harrell, F., 2006. An Introduction to S and The Hmisc and Design Libraries. Departement of biostatistics, Vanderbilt University last accessed 2013/05, biostat.mc.vanderbilt.edu/RS/sintro.pdf.
- Anderies, J.M., Janssen, M.A., Ostrom, E., 2004. A Framework to Analyze the Robustness of Social-ecological Systems from an Institutional Perspective. *Ecol. Soc.* 9, 18.
- Anderson, T.R., Fletcher, C.H., Barbee, M.M., Frazer, L.N., Romine, B.M., 2015. Doubling of coastal erosion under rising sea level by mid-century in Hawaii. *Natural Hazards*, 1-29.
- Archondo-Callao, R., 2000. Roads Works Costs per Km: Source World Bank Reports, Accessed online, 2014/04, http://www.worldbank.org/transport/roads/c&m_docs/kmcosts.pdf.
- Arcos, F.D., Villot, X.L., García, M.L., 2011. Climate change policies and social preferences in Galicia and Spain. *Políticas contra el cambio climático y preferencias sociales en Galicia y España* 20.
- Are, F.E., Grigoriev, M.N., Hubberten, H.-W., Rachold, V., 2005. Using thermoterrace dimensions to calculate the coastal erosion rate *Geo-Marine Letters* 25, 121-126.
- Ares Sainz, I., 2009. Análisis y evaluación de los procesos de agenda 21 en zonas coseteras de la provincia de Cádiz. University of Cádiz, Master thesis, p. 62.
- Arkema, K.K., Guannel, G., Verutes, G., Wood, S.A., Guerry, A., Ruckelshaus, M., Kareiva, P., Lacayo, M., Silver, J.M., 2013. Coastal habitats shield people and property from sea-level rise and storms. *Nature Climate Change* 3, 913-918.
- Armitage, D., Marschke, M., Plummer, R., 2008. Adaptive co-management and the paradox of learning. *Global Environmental Change* 18, 86-98.

Armitage, D.R., Plummer, R., Berkes, F., Arthur, R.I., Charles, A.T., Davidson-Hunt, I.J., Diduck, A.P., Doubleday, N.C., Johnson, D.S., Marschke, M., McConney, P., Pinkerton, E.W., Wollenberg, E.K., 2009. Adaptive co-management for social-ecological complexity. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7, 95-102.

Arnstein, S.R., 1969. A Ladder of Citizen Participation. *JAIP* 35, 216-224.

Ashton, A.D., Walkden, M.J.A., Dickson, M.E., 2011. Equilibrium responses of cliffed coasts to changes in the rate of sea level rise. *Marine Geology* 284, 217-229.

Aubie, S., Tastet, J.P., 2000. Coastal erosion, processes and rates: An historical study of the Gironde coastline, southwestern France. *Journal of Coastal Research* 16, 756-767.

Autoridad Portuaria de la Bahia de Cadiz, 2013. Calendario de Mareas 2013: Horas oficiales. Puerto de la Bahia de Cadiz [online] 2013/04, URL: <http://www.puertocadiz.com>, 13.

Barbier, E.B., 2012. A spatial model of coastal ecosystem services. *Ecological Economics* 78, 70-79.

Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, C., Koch, E.W., Stier, A.C., Silliman, B.R., 2011. The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs* 81, 169-193.

Barkwith, A., Thomas, C., Limber, P., Ellis, M., Murray, A., 2014. Coastal vulnerability of a pinned, soft-cliff coastline. Part I, assessing the natural sensitivity to wave climate. *Earth Surface Dynamics* 2, 295-308.

Barry, R., Beatty, R., Donnelly, D., Marshall, D., 2005. Household Projections for Northern Ireland: 2002-2025, A National Statistics Publication. Northern Ireland Statistics & Research agency, Belfast, Northern Ireland, pp. 49 p., consulted online 2015/2007/2001, http://www.nisra.gov.uk/archive/demography/population/household/household_project.pdf.

Benavente, J., Delrio, L., Gracia, F., Martinezdelpozo, J., 2006. Coastal flooding hazard related to storms and coastal evolution in Valdelagrana spit (Cadiz Bay Natural Park, SW Spain). *Continental Shelf Research* 26, 1061-1076.

- Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., Magri, O., Meza, P., 2009. Assessing regional geodiversity: the Iberian Peninsula. *Earth Surface Processes and Landforms* 34, 1433-1445.
- Bergamino, L., Lercari, D., Defeo, O., 2011. Food web structure of sandy beaches: Temporal and spatial variation using stable isotope analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 91, 536-543.
- Berkes, F., 2007. Understanding uncertainty and reducing vulnerability: Lessons from resilience thinking. *Natural Hazards* 41, 283-295.
- Bernatchez, P., Dubois, J.-M.M., 2004. Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien. *Géographie Physique et Quaternaire* 58, 45-71.
- Bernatchez, P., Dubois, J.-M.M., 2008. Seasonal Quantification of Coastal Processes and Cliff Erosion on Fine Sediment Shorelines in a Cold Temperate Climate, North Shore of the St. Lawrence Maritime Estuary, Québec. *Journal of Coastal Research* 24, 169-180.
- Bernatchez, P., Dugas, S., Fraser, C., Circé, M., Da Silva, L., Mercier, X., 2015. Évaluation économique des impacts potentiels de l'érosion des côtes du Québec maritime dans un contexte de changements climatiques Chaire de recherche en géoscience côtière - LDGIZC-UQAR pour/for Ouranos, Rimouski.
- Bernatchez, P., Fraser, C., 2012. Evolution of coastal defence structures and consequences for beach width trends, Québec, Canada. *Journal of Coastal Research* 28, 1550-1566.
- Bernatchez, P., Fraser, C., Dugas, S., Drejza, S., 2012a. Marges de sécurité en érosion côtière : évolution historique et future du littoral de la MRC d'Avignon, Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rimouski, Report prepared for Quebec Public Security Dpt.
- Bernatchez, P., Fraser, C., Lefaivre, D., Dugas, S., 2011. Integrating anthropogenic factors, geomorphological indicators and local knowledge in the analysis of coastal flooding and erosion hazards. *Ocean & Coastal Management* 54, 621-632.
- Bernatchez, P., Friesinger, S., unpublished. Caractérisation côtière et effets de l'artificialité sur les plages des secteurs de Pointe-aux-Loups et de la baie de Plaisance, Îles-de-la-Madeleine. Université du Québec à Rimouski, 88.

Bernatchez, P., Friesinger, S., Denis, C., Jolivet, Y., 2012b. Géorisques côtiers, vulnérabilité et adaptation de la communauté de Pessamit dans un contexte de changements climatiques. Rapport de recherche remis au Conseil tribal Mamuitun et au Ministère des Affaires autochtones et Développement du Nord Canada, Université du Québec à Rimouski, Rimouski.

Bernhardt, J.R., Leslie, H.M., 2013. Resilience to Climate Change in Coastal Marine Ecosystems. *Annual Review of Marine Science* 5, 371-392.

Bernier, N.B., Thompson, K.R., 2006. Predicting the frequency of storm surges and extreme sea levels in the northwest Atlantic. *Journal of Geophysical Research* 111.

Betts, N.L., 2002. 4.1.2 Water resources, in: Smyth, A., Montgomery, W.I., Favis-Mortlock, D., Allen, S. (Eds.), *Implications of Climate Change for Northern Ireland: Informing Strategy Development*. SNIFFER, Belfast, pp. 48-63.

Billé, R., 2006. Gestion intégrée des zones côtières: quatre illusions bien ancrées. *Vertigo* - la revue électronique en sciences de l'environnement [online] 7, consulted 2015/2001; DOI : 2010.4000/vertigo.1555.

Bin, O., Kruse, J.B., Landry, C.E., 2008. Flood Hazards, Insurance Rates, and Amenities: Evidence From the Coastal Housing Market. *Journal of Risk & Insurance* 75, 63-82.

Bird, D., Dominey-Howes, D., 2008. Testing the use of a 'questionnaire survey instrument' to investigate public perception of tsunami hazard and risk in Sydney, Australia. *Natural Hazards* 45, 99-122.

Bird, E.C.F., 2007. *Coastal Geomorphology: An Introduction*, 2nd ed. John Wiley & Sons, West Sussex, England.

Birkmann, J., von Teichman, K., 2010. Integrating disaster risk reduction and climate change adaptation: Key challenges-scales, knowledge, and norms. *Sustainability Science* 5, 171-184.

Birkmann, J.e., 2007. *Measuring Vulnerability to Natural Hazards : Towards Disaster Resilient Societies*. United Nations University Press.

Bishop, M.P., James, L.A., Shroder, J.F., Walsh, S.J., 2012. Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research. *Geomorphology* 137, 5-26.

Borges, P., Phillips, M., Ng, K., Medeiros, A., Calado, H., 2014. Preliminary coastal vulnerability assessment for Pico Island (Azores). *Journal of Coastal Research*, 385.

Boruff, B.J., Emrich, C., Cutter, S.L., 2005. Erosion Hazard Vulnerability of US Coastal Counties. *Journal of Coastal Research* 215, 932-942.

Boyer, G., Morin, M., B. Lortie, P., Roy, M.-A., 2014. Oser faire autrement : Rapport de l'étude des besoins au regard des ITSS et du travail en RLS. . MSSS, CSSS-IUGS, Sherbrooke.

Boyer-Villemaire, U., sub. Governance Perception of Citizens and Managers in Coastal Communities facing Climate Hazards and Changes in Canada, UK and Spain. *Ocean & Coastal Management*, OCMA-s-14-00404.pdf.

Boyer-Villemaire, U., Benavente, J., Cooper, A., Bernatchez, P., 2014a. Analysis of power distribution and participation in sustainable natural hazard risk governance: a call for active participation. *Journal of Environmental Hazards: Human and policy dimensions* 13, 38-57, DOI: 10.1080/17477891.17472013.17864592.

Boyer-Villemaire, U., Bernatchez, P., Benavente, J., Cooper, J.A.G., 2014b. Quantifying community's functional awareness of coastal changes and hazards from citizen perception analysis in Canada, UK and Spain. *Ocean & Coastal Management* 93, 106-120, DOI: 110.1016/j.ocecoaman.2014.1003.1016.

Boyer-Villemaire, U., Marie, G., Bernatchez, P., 2014c. Vulnérabilité des infrastructures routières de l'Est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques : Analyse des stratégies internationales et recommandations en matière de réduction de la vulnérabilité des infrastructures de transport face aux risques naturels côtiers. Université du Québec à Rimouski, pour le Ministère des Transports du Québec, Québec.

Briggs, D., 2009. Risk communication and stakeholder participation in the governance of systemic environmental health risks. *International Journal of Risk Assessment and Management* 13, 195-215.

Brilly, M., Polic, M., 2005. Public perception of flood risks, flood forecasting and mitigation. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 5, 345-355.

Brisson, G., 2009. Perspectives de la santé publique nord-côtière sur l'érosion des berges. La santé recherchée: Bulletin d'information sur l'état de santé de la population nord-côtière 8, 8.

Bronfman, N.C., Vazquez, E.L., Dorantes, G., 2009. An empirical study for the direct and indirect links between trust in regulatory institutions and acceptability of hazards. *Safety Science* 47, 686-692.

Brooks, N., Neiladger, W., Mickkelly, P., 2005. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change Part A* 15, 151-163.

Brooks, S.M., Spencer, T., 2012. Shoreline retreat and sediment release in response to accelerating sea level rise: Measuring and modelling cliffline dynamics on the Suffolk Coast, UK. *Global and Planetary Change* 80-81, 165-179.

Brown, G., 2006. Mapping landscape values and development preferences: a method for tourism and residential development planning. *International Journal of Tourism Research* 8, 101-113.

Brown, G., Raymond, C., 2007. The relationship between place attachment and landscape values: Toward mapping place attachment. *Applied Geography* 27, 89-111.

Brown, G., Reed, P., 2009. Public Participation GIS: A New Method for Use in National Forest Planning. *Forest Science* 55, 166-182.

Brunsdon, D., 2001. A critical assessment of the sensitivity concept in geomorphology. *Catena* 42, 99-123.

Bruun, P., 1962. Sea level Rise as a Cause of Shoreline Erosion. . Proceedings of the American Society of Civil Engineers. *Journal of the Waterways and Harbors Division* 88, 117-130.

Buffin-Bélanger, T., Biron, P., Larocque, M., Demers, S., Olsen, T., Choné, G., Ouellet, M.-A., Cloutier, C.-A., Desjarlais, C., Eyquem, J., 2015. Freedom space for rivers: An economically viable river management concept in a changing climate. *Geomorphology* DOI: 10.1016/j.geomorph.2015.05.013.

Burton, I., Kates, R.W., 1964. The Perception of Natural Hazards in Resource Management. *Nat. Resources J.* 3, 412-441.

Callaghan, E.G., Colton, J., 2008. Building sustainable & resilient communities: a balancing of community capital. *Environment, Development and Sustainability* 10, 931-942.

Casey, J., 2009. Development of Ireland's coastal protection strategy, in: Ireland, G.S.o. (Ed.), *Landslides Workshop*, Dublin, April 21, 2009.

Castedo, R., de la Vega-Panizo, R., Fernández-Hernández, M., Paredes, C., 2015. Measurement of historical cliff-top changes and estimation of future trends using GIS data between Bridlington and Hornsea, Æ Holderness Coast (UK). *Geomorphology* 230, 146-160.

Castedo, R., Fernández, M., Trenhaile, A.S., Paredes, C., 2013. Modeling cyclic recession of cohesive clay coasts: Effects of wave erosion and bluff stability. *Marine Geology* 335, 162-176.

Castedo, R., Murphy, W., Lawrence, J., Paredes, C., 2012. A new process-response coastal recession model of soft rock cliffs. *Geomorphology* 177-178, 128-143.

Cazenave, A., Lombard, A., Llovel, W., 2008. Present-day sea level rise: A synthesis. *Comptes Rendus Geosciences* 340, 761-770.

Cazes-Duvat, V., 2001. Évaluation de la vulnérabilité des plages à l'érosion : application à l'archipel des Seychelles / A beach vulnerability index and its implementation in the islands of Seychelles. *Géomorphologie : relief, processus, environnement* 7, 31-40.

CDRNM – Commission départementale des risques naturels majeurs de l'Eure, 2011. Le fonds de prévention des risques naturels majeurs dit « Fonds barnier »: Les mesures subventionnables destinées aux particuliers et aux collectivités. . DDTM de l'Eure, online, consulted 03/2013.

Cenci, L., Persichillo, M.G., Disperati, L., Oliveira, E.R., 2015. Validation of a short-term shoreline evolution model and coastal risk management implications. The case of the NW Portuguese coast (Ovar-Marinha Grande).

Chemane, D., Motta, H., Achimo, M., 1997. Vulnerability of coastal resources to climate changes in Mozambique: a call for integrated coastal zone management. *Ocean & Coastal Management* 37, 63-83.

Chini, N., Stansby, P.K., 2014. Coupling TOMAWAC and EurOtop for Uncertainty Estimation in Wave Overtopping Predictions, *Advances in Hydroinformatics*. Springer, pp. 117-127.

Church, J.A., Clark, P.U., Cazenave, A., Gregory, J.M., Jevrejeva, S., Levermann, A., Merrifield, M.A., Milne, G.A., Nerem, R.S., Nunn, P.D., 2013. Sea-level rise by 2100. *Science* 342, 1445-1445.

Church, J.A., White, N.J., 2006. A 20th century acceleration in global sea-level rise. *Geophysical Research Letters* 33, n/a-n/a.

Church, J.A., White, N.J., 2011. Sea-level rise from the late 19th to the early 21st century. *Surveys in Geophysics* 32, 585-602.

Chust, G., Grande, M., Galparsoro, I., Uriarte, A., Borja, Á., 2010. Capabilities of the bathymetric Hawk Eye LiDAR for coastal habitat mapping: a case study within a Basque estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 89, 200-213.

CMAOT - Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio, 2013. Programa de Conservación y Recuperación del Camaleón Común. Junta de Andalucía [online] 2013/12, URL: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a229ebe205510e205511ca/?vgnextoid=205296c205682c209542a205110VgnVCM1000000624e1000000650aRCRD&vgnnextchannel=f1000000744aed1000006207d1000004310VgnVCM2000000624e1000000650aRCRD>.

Cooper, J., McKenna, J., 2008. Social justice in coastal erosion management: The temporal and spatial dimensions. *Geoforum* 39, 294-306.

Cooper, J., Pilkey, O., 2004. Sea-level rise and shoreline retreat: time to abandon the Bruun Rule. *Global and Planetary Change* 43, 157-171.

Cooper, J.A.G., 2011. Progress in Integrated Coastal Zone Management (ICZM) in Northern Ireland. *Marine Policy* 35, 794-799.

Cooper, J.A.G., Pilkey, O.H., (eds.) 2012. *Pitfalls of Shoreline Stabilization: Selected Case Studies*. Springer, Dordrecht.

Cornillon, P.A., Guyader, A., Husson, F., Jégou, N., Josse, J., Kloareg, M., Matzner-Løber, E., Rouvière, L., 2010. *Statistiques avec R, 2e édition augmentée*. Presses universitaires de Rennes, Rennes, France.

Costanza, R., Ninan, K.N., (eds.), 2014. *Valuing Ecosystem Services: Methodological Issues and Case Studies*. Edward Elgar Pub, Northampton, MA, USA.

Cousin, A., 2011. Propositions pour une stratégie nationale de gestion du trait de côte, du recul stratégique et de la défense contre la mer, partagée entre l'État et les collectivités territoriales. *Le Grenelle de la Mer*, Gouvernement de la France, Paris,.

Cox, M.E., Johnstone, R., Robinson, J., 2006. Relationships Between Perceived Coastal Waterway Condition and Social Aspects of Quality of Life. *Ecol. Soc.* 11, 35, <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss31/art35/>.

Cronin, S.J., Petterson, M.G., Taylor, P.W., Biliki, R., 2004. Maximising multi-stakeholder participation in government and community volcanic hazard management programs; a case study from Savo, Solomon Islands. *Natural Hazards* 33, 105-136.

Crowley, M., Marceau, R., Risse, N., Jacob, J., Mehriez, K., Lamari, M., 2012. Éléments pour un référentiel d'évaluation en adaptation aux changements climatiques : Le cas de l'ICAR-Québec. Centre de recherche et d'expertise en évaluation, École nationale d'administration publique, Québec.

Cutter, S., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., Webb, J., 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change* 18, 598-606.

Cutter, S.L., 1996. Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography* 20, 529-539.

Cutter, S.L., 2012. Vulnerability to environmental hazards, *Hazards, Vulnerability and Environmental Justice*, pp. 71-82.

Cutter, S.L., Boruff, B.J., Shirley, W.L., 2003. Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly* 84, 242-261.

da Silva, L.V., Everard, M., Shore, R.G., 2014. Ecosystem services assessment at Steart Peninsula, Somerset, UK. *Ecosystem Services* 10, 19-34.

Daigle, R., Amirault, D., Bernier, N., Bérubé, D., Boyne, A., Calvert, A., Chagnon, R., Chouinard, O., Craik, S., Craymer, M., DeBaie, L., Délusca, K., Forbes, D., Frobél, D., Hanson, A., Laverigne, J.-C., Ketch, L., MacKinnon, E., Mahoney, M., Manson, G., Martin, G., Murphy, K., Nichols, S., O'Carroll, S., Ollerhead, J., Olsen, L., Onsrud, H., O'Reilly, C., Parkes, G., Ritchie, H., Roberts, D., Stewart, J., Strang, J., Sutherland, M., Swanson, L., Thompson, K., Titman, R., Tremblay, É., Vasseur, L., Webster, T., 2006. Impacts of Sea-Level Rise and Climate change on the Coastal Zone of Southeastern New-Brunswick: executive summary. Government of Canada, p. 24.

Dale, A., Ling, C., Newman, L., 2010. Community vitality: The role of community-level resilience adaptation and innovation in sustainable development. *Sustainability* 2, 215-231.

Dallas, K.L., Barnard, P.L., 2011. Anthropogenic influences on shoreline and nearshore evolution in the San Francisco Bay coastal system. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92, 195-204.

Dassanayake, D., Burzel, A., Oumeraci, H., 2013. Coastal flood risk: Integration of intangible losses in flood risk analysis.

Davidson-Arnott, R.G.D., 2005. Conceptual Model of the Effects of Sea Level Rise on Sandy Coasts. *Journal of Coastal Research* 216, 1166-1172.

Dawson, R.J., Ball, T., Werritty, J., Werritty, A., Hall, J.W., Roche, N., 2011. Assessing the effectiveness of non-structural flood management measures in the Thames Estuary under conditions of socio-economic and environmental change. *Global Environmental Change* 21, 628-646.

Dawson, R.J., Dickson, M.E., Nicholls, R.J., Hall, J.W., Walkden, M.J.A., Stansby, P.K., Mokrech, M., Richards, J., Zhou, J., Milligan, J., Jordan, A., Pearson, S., Rees, J., Bates, P.D., Koukoulas, S., Watkinson, A.R., 2009. Integrated analysis of risks of coastal flooding and cliff erosion under scenarios of long term change. *Climatic Change* 95, 249-288.

Day, J.W., Christian, R.R., Boesch, D.M., Yáñez-Arancibia, A., Morris, J., Twilley, R.R., Naylor, L., Schaffner, L., 2008. Consequences of climate change on the ecogeomorphology of coastal wetlands. *Estuaries and Coasts* 31, 477-491.

de Ruig, J.H.M., 1998. Coastline management in The Netherlands: human use versus natural dynamics. *Journal of Coastal Conservation*, 127-134.

De Vries, B.B., 2011. Dune erosion near sea walls: XBeach validation, Faculty of civil engineering and geosciences: Section of hydraulic engineering. Delft University of Technology & Deltares, Delft, NL, p. 116.

Décamps, H., 2007. La vulnérabilité des systèmes socioécologiques aux événements extrêmes : exposition, sensibilité, résilience. *Natures Sciences Sociétés* 15, 48-52.

DEFRA, 2012. Coastal Change Pathfinder Review: Final report. DEFRA : Flood Management Team,, London.

Del Río, L., Gracia, F.J., 2009. Erosion risk assessment of active coastal cliffs in temperate environments. *Geomorphology* 112, 82-95.

Del Río, L., Gracia, F.J., Benavente, J., 2013. Shoreline change patterns in sandy coasts. A case study in SW Spain. *Geomorphology* 196, 252-266.

Del Río, L., Gracia Prieto, F.J., 2007. Análisis de la vulnerabilidad de los acantilados Atlánticos de la provincia de Cádiz ante la erosión costera. *Revista C. & G.* 21, 87-101.

Del Río, L., Plomaritis, T.A., Benavente, J., Valladares, M., Ribera, P., 2012. Establishing storm thresholds for the Spanish Gulf of Cádiz coast. *Geomorphology* 143-144, 13-23.

Dessai, S., Sims, C., 2010. Public perception of drought and climate change in southeast England. *Environmental Hazards* 9, 340–357.

DETINI - Department of Enterprise Trade and Investment of Northern Ireland, 2013. Economic Overview>Statistics & Economic Research. last accessed 2013/07, <http://www.detini.gov.uk/deti-stats-index/deti-stats-index-2.htm>.

Devoy, R.J.N., 2008. Coastal Vulnerability and the Implications of Sea-Level Rise for Ireland. *Journal of Coastal Research* 242, 325-341.

Didier, D., Bernatchez, P., Boucher-Brossard, G.v., Lambert, A., Fraser, C., Barnett, R.L., Van-Wierst, S., 2015. Coastal Flood Assessment Based on Field Debris Measurements and Wave Runup Empirical Model. *Journal of Marine Science and Engineering* 3, 560-590.

Didier, D., Bernatchez, P., Lambert, A., 2014. Scénarios de submersion côtière pour la municipalité de Maria dans le cadre d'une analyse économique. Université du Québec à Rimouski, report presented to OURANOS consortium, Rimouski.

Dietz, S., Neumayer, E., 2007. Weak and strong sustainability in the SEEA: Concepts and measurement. *Ecological Economics* 61, 617-626.

Diez, P.G., Perillo, G.M.E., Piccolo, M.C., 2007. Vulnerability to Sea-Level Rise on the Coast of the Buenos Aires Province. *Journal of Coastal Research* 231, 119-126.

Djalante, R., Holley, C., Thomalla, F., Carnegie, M., 2013. Pathways for adaptive and integrated disaster resilience. *Natural Hazards* 69, 2105-2135.

DOENI - Department of the environment Northern Ireland, 2009. Northern Ireland Environmental Statistics Report. Northern Ireland Statistics and Research Agency (NISRA) and Northern Ireland Environment Agency (NIEA) Belfast, 71.

Doherty, T.J., Clayton, S., 2011. The psychological impacts of global climate change. *American Psychologist* 66, 265-276.

Dolan, A.H., Walker, I.J., 2004. Understanding vulnerability of coastal communities to climate change related risks *Journal of Coastal Research* SI39, ICS 2004 Proceedings, 1317-1324.

Domínguez Arcos, F., Labandeira Villot, X., Loureiro García, M., 2011. Políticas contra el cambio climático y preferencias sociales en Galicia y España. *Revista Galega de Economía* 20, 1-20.

Domínguez Garrido, L., Gracia Prieto, F.J., Anfuso, G., 2007-2008. Evaluación de la vulnerabilidad del litoral noroeste de la provincia de Cádiz frente a la erosión. *Territoris* 7, 99-113.

Domínguez, L., Gracia, F.J., Anfuso, G., 2004. Tasas de avance/retroceso de la línea de costa mediante morfometría fotogramétrica en el sector Sanlúcar de Barrameda – Rota (provincia de Cádiz). *Rev. Soc. Geol. España* 17, 71-86.

Doody, J.P., 2004. 'Coastal squeeze' – an historical perspective. *Journal of Coastal Conservation* 10, 129-138.

Drejza, S., Bernatchez, P., Dugas, C., 2011. Effectiveness of land management measures to reduce coastal georisks, eastern Québec, Canada. *Ocean & Coastal Management* 54, 290–301.

Dubois, J.-M.M., 1993. The St. Lawrence River System, Atlantic Coast of Quebec, in: Hildebrand, L.P. (Ed.), *Coastlines of Canada*, 8th Symposium on Coastal and Ocean Management. ASCE, New Orleans, July 19-23, 1993, pp. 159-169.

Dubois, R.N., 1992. A re-evaluation of Bruun's rule and supporting evidence. *Journal of Coastal Research* 8, 618–628.

Dubois, R.N., 2001. Using a quadratic model to theoretically describe the nature of equilibrium shorerise profiles. *Journal of Coastal Research*, 599-610.

Dunn, A.S., de Lange, W.P., 2003. The spectrum of coastal structures used to combat erosion at Wainui beach, Gisborne, New Zealand. *Coasts & Ports Australasian Conference 2003*, (paper no 38) 38.

Duxbury, J., Dickinson, S., 2007. Principles for sustainable governance of the coastal zone: In the context of coastal disasters. *Ecological Economics* 63, 319-330.

Eakin, H., Lemos, M.C., 2006. Adaptation and the state: Latin America and the challenge of capacity-building under globalization. *Global Environmental Change* 16, 7-18.

Eakin, H., Luers, A.L., 2006. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. *Annual Review of Environment and Resources* 31, 365.

EC - European Commission, 2014. EU Anti-corruption Report. European Commission, Brussels.

EC-EACA - Education, A.a.C.E.A.o.t.E.C., 2013. Europe for citizens: programme guide (January 2013). European Commission.

El-Raey, M., 1997. Vulnerability assessment of the coastal zone of the Nile delta of Egypt, to the impacts of sea level rise. *Ocean & Coastal Management* 37, 29-40.

El-Raey, M., Nasr, S., 2015. Integrating Knowledge to Assess Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise In El-Mex Bay, Egypt: The Application of the DIVA Tool. *International Journal of Marine Science* 5.

Eliot, M., 2012. Sea level variability influencing coastal flooding in the Swan River region, Western Australia. *Continental Shelf Research* 33, 14-28.

Emanuel, K., 2005. Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature* 436, 686-688.

Engle, N.L., 2011. Adaptive capacity and its assessment. *Global Environmental Change* 21, 647-656.

Erisman, J.W., Brasseur, G., Ciais, P., van Eekeren, N., LTheis, T.L., 2015. Put people at the centre of global risk management. *Nature* 519, 151-153.

European Commission, 2007. Lignes directrices pour l'établissement du réseau Natura 2000 dans le milieu marin: Application des directives «Oiseaux» et «Habitats» European Commission > Environment > Nature & Biodiversity > Marine Environment > Guidance, consulted 2015/2003, http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/marine/docs/marine_guidelines_fr.pdf, 2131 p.

European Commission, 2007-11-06. Directive 2007/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks. Official Journal of the European Union L 288, 28-34.

Faye, I.B.N., 2010. Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux de la Mauritanie à la Guinée-Bissau (Afrique de l'Ouest) : Approches régionale et locale par photo-interprétation, traitement d'images et analyse de cartes anciennes : Volume 2, Institut Universitaire Européen de la Mer / Laboratoire Géomer-UMR 6554 Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique Université de Bretagne Occidentale, Brest, p. 72.

FBBVA - Fundación BBVA, 2007. La Población de Cádiz. Cuadernos Fundación BBV Población 14, 16.

Feagin, R.A., Mukherjee, N., Shanker, K., Baird, A.H., Cinner, J., Kerr, A.M., Koedam, N., Sridhar, A., Arthur, R., Jayatissa, L.P., 2010. Shelter from the storm? Use and misuse of coastal vegetation bioshields for managing natural disasters. *Conservation Letters* 3, 1-11.

Feser, F., Barcikowska, M., Krueger, O., Schenk, F., Weisse, R., Xia, L., 2015. Storminess over the North Atlantic and northwestern Europe-A review. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 141, 350-382.

Frazier, T.G., Wood, N., Yarnal, B., 2010. Stakeholder perspectives on land-use strategies for adapting to climate-change-enhanced coastal hazards: Sarasota, Florida. *Applied Geography* 30, 506-517.

Friesinger, S., Bernatchez, P., 2010. Perceptions of Gulf of St. Lawrence coastal communities confronting environmental change: Hazards and adaptation, Québec, Canada. *Ocean & Coastal Management* 53, 669-678.

Füssel, H.-M., 2009. An updated assessment of the risks from climate change based on research published since the IPCC Fourth Assessment Report. *Climatic Change* 97, 469-482.

Füssel, H.M., 2007. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environ. Chang.* 17, 155-167.

Gallien, T.W., Sanders, B.F., Flick, R.E., 2014. Urban coastal flood prediction: Integrating wave overtopping, flood defenses and drainage. *Coastal Engineering* 91, 18-28.

Gallopín, G., 2006. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change* 16, 293-303.

Gamero, N., Espluga, J., Prades, A., Oltra, C., Sola, R., Farre, J., 2011. Institutional dimensions underlying public trust in information on technological risk. *Journal of Risk Research* 14, 685-702.

Garmendia, E., Gamboa, G., Franco, J., Garmendia, J.M., Liria, P., Olazabal, M., 2010. Social multi-criteria evaluation as a decision support tool for integrated coastal zone management. *Ocean & Coastal Management* 53, 385-403.

Gaucher, M.É., 2014. Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec. Gouvernement du Québec, Québec, p. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/rapportsurleau/>.

Gedan, K.B., Kirwan, M.L., Wolanski, E., Barbier, E.B., Silliman, B.R., 2011. The present and future role of coastal wetland vegetation in protecting shorelines: answering recent challenges to the paradigm. *Climatic Change* 106, 7-29.

Gehrels, W.R., Milne, G.A., Kirby, J.R., Patterson, R.T., Belknap, D.F., 2004. Late Holocene sea-level changes and isostatic crustal movements in Atlantic Canada. *Quaternary International* 120, 79-89.

Geng, Q., Sugi, M., 2003. Possible change of extratropical cyclone activity due to enhanced greenhouse gases and sulfate aerosols-study with a high-resolution AGCM. *Journal of Climate* 16, 2262-2274.

Giddens, A., 1993. Modernity, History, Democracy. *Theory and Society* 22, 289-292.

Girault, Y., 2005. Des recherches participatives aux communautés d'apprentissage en ERE : des situations de co-construction de savoirs en ERE in: Sauvé, L., Orellana, I., van Steenberghe, É. (Eds.), *Éducation et environnement : un croisement de savoirs*. » ACFAS, Montréal, pp. 13, consulté 2015/2003, <http://www.yvesgirault.com/pages/doc-pdf/ACFAS-2005.pdf>.

Godschalk, D.R., Brody, S., Burby, R., 2003. Public participation in natural hazard mitigation policy formation: Challenges for comprehensive planning. *Journal of Environmental Planning and Management* 46, 733-754.

Gómez, C., Wulder, M.A., Dawson, A.G., Ritchie, W., Green, D.R., 2014. Shoreline Change and Coastal Vulnerability Characterization with Landsat Imagery: A Case Study in the Outer Hebrides, Scotland. *Scottish Geographical Journal* 130, 279-299.

Gómez-Pina, G., Muñoz-Pérez, J.J., Figueres, M., Garrido, J.M., Ponce de León, D., Pérez, A., Velasco, M., Lizond, S., 2012. Study of cliff shoreline erosion. Proceedings of the International Conference on Coastal Engineering 2012 June 29-30, 2012, Santander, Spain.

Gornitz, V., 1991. Global coastal hazards from future sea level rise. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 89, 379-398.

Gray, J.M., 2003. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Wiley, Chichester.

Gray, S., Shwom, R., Jordan, R., 2012. Understanding Factors That Influence Stakeholder Trust of Natural Resource Science and Institutions. *Environmental Management* 49, 663-674.

Gronlund, K., Setälä, M., 2012. In Honest Officials We Trust: Institutional Confidence in Europe. *American Review of Public Administration* 42, 523-542.

Grothmann, T., Patt, A., 2005. Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change. *Global Environmental Change* 15, 199–213.

Guerry, A.D., Ruckelshaus, M.H., Arkema, K.K., Bernhardt, J.R., Guannel, G., Kim, C.-K., Marsik, M., Papenfus, M., Toft, J.E., Verutes, G., 2012. Modeling benefits from nature: using ecosystem services to inform coastal and marine spatial planning. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 8, 107-121.

Guimarães, P.V., Farina, L., Toldo, E., Diaz-Hernandez, G., Akhmatkaya, E., 2015. Numerical simulation of extreme wave runup during storm events in Tramandai Beach, Rio Grande do Sul, Brazil. *Coastal Engineering* 95, 171-180.

Gulev, S.K., Latif, M., Keenlyside, N., Park, W., Koltermann, K.P., 2013. North Atlantic Ocean control on surface heat flux on multidecadal timescales. *Nature* 499, 464-467.

Gutierrez, B.T., Plant, N.G., Pendleton, E.A., Thieler, E.R., 2014. Using a Bayesian Network to predict shore-line change vulnerability to sea-level rise for the coasts of the United States. US Geological Survey.

Hackney, C., Darby, S.E., Leyland, J., 2013. Modelling the response of soft cliffs to climate change: A statistical, process-response model using accumulated excess energy. *Geomorphology* 187, 108-121.

Hammond, M.J., Chen, A.S., Djordjević, S., Butler, D., Mark, O., 2015. Urban flood impact assessment: A state-of-the-art review. *Urban Water Journal* 12, 14-29.

Han, G., Ma, Z., Chen, N., Thomson, R., Slangen, A.e., 2015. Changes in Mean Relative Sea Level around Canada in the Twentieth and Twenty-First Centuries. *Atmosphere-Ocean*, 1-12.

Hands, E.B., 1983. The Great Lakes as a test model for profile response to sea-level changes, in: Komar, P.D.e. (Ed.), *Handbook of Coastal Processes and Erosion*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 176–189.

Hansen, V.D., Nestlerode, J.A., 2014. Carbon sequestration in wetland soils of the northern Gulf of Mexico coastal region. *Wetlands Ecology and Management* 22, 289-303.

Hart, D.E., Knight, G.A., 2009. Geographic Information System Assessment of Tsunami Vulnerability on a Dune Coast. *Journal of Coastal Research* 251, 131-141.

Harvey, N., Clouston, B., Carvalho, P., 1999. Improving Coastal Vulnerability Assessment Methodologies for Integrated Coastal Zone Management: an Approach from South Australia. *Australian Geographical Studies* 37, 50-69.

Hegde, A.V., Reju, V.R., 2007. Development of Coastal Vulnerability Index for Mangalore Coast, India. *Journal of Coastal Research* 23, 1106-1111.

Hellequin, A.-P., Flanquart, H., Meur-Ferec, C., Rulleau, B., 2014. Perceptions du risque de submersion marine par la population du littoral languedocien: contribution à l'analyse de la vulnérabilité côtière. *Natures Sciences Sociétés* 21, 385-399.

Hemmati, M., Dodds, F., Enayati, J., McHarry, J., 2002. *Multi-stakeholder Processes for Governance and Sustainability: Beyond Deadlock and Conflict*. Earthscan, London, Sterling, VA.

Hénaff, A.E., Philippe, M., 2014. *Gestion des risques d'érosion et de submersion marines : guide méthodologique*. Projet Cocorisco. Université de Bretagne Occidentale, CNRS, Institut Universitaire Européen de la Mer, Brest, France, p. 153.

Hinkel, J., 2005. DIVA: an iterative method for building modular integrated models. *Adv. Geosci.* 4, 45-50.

Hinkel, J., 2011. "Indicators of vulnerability and adaptive capacity": Towards a clarification of the science-policy interface. *Global Environmental Change* 21, 198-208.

Hinkel, J., Klein, J.T.R., 2007. Integrating Knowledge for Assessing Coastal Vulnerability to Climate Change., in: McFadden, L., Nicholls, R.J., Penning-Rowsell, E. (Eds.), *Managing Coastal Vulnerability*. Elsevier, Oxford and Amsterdam, pp. 61-78.

Holgate, S.J., 2004. Evidence for enhanced coastal sea level rise during the 1990s. *Geophysical Research Letters* 31.

Holling, C.S., 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4, 1-23.

Holsten, A., Kropp, J.r.P., 2012. An integrated and transferable climate change vulnerability assessment for regional application. *Natural Hazards* 64, 1977-1999.

Horton, B.P., Rahmstorf, S., Engelhart, S.E., Kemp, A.C., 2014. Expert assessment of sea-level rise by AD 2100 and AD 2300. *Quaternary Science Reviews* 84, 1-6.

Hsu, A., Malik, O., Johnson, L., Esty, D.C., 2014. Development: Mobilize citizens to track sustainability. *Nature* 508, 33-35.

Huib de Vriend van Koningsveld, M., 2012. Building with nature: Thinking, acting and interacting differently. *EcoShape, Building with Nature*, Dordrecht, NL.

IAP2 - International Association for Public Participation, 2011. International Association for Public Participation Webpage. International Association for Public Participation [online] 2011/04, URL: <http://www.iap2.org/>.

IEA - Instituto de Estadística de Andalucía, 2010. Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía. Consejería de Economía y Hacienda, Junta de Andalucía.

ILO – International Labour Organization, 2008. ISCO International Standard Classification of Occupation. International Labour Organization [online] 2013/04, URL: <http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/index.htm>.

INE - Instituto Nacional de Estadística, 2013. Encuesta de Población Activa (EPA): Segundo trimestre de 2013 Nota de Prensa, 2013-07-25.

Ionescu, C., Klein, R.J.T., Hinkel, J., Kavi Kumar, K.S., Klein, R., 2008. Towards a Formal Framework of Vulnerability to Climate Change. *Environmental Modeling & Assessment* 14, 1-16.

IPCC CZMS, 1992. A common methodology for assessing vulnerability to sea-level rise-second revision: Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Report of the Coastal Zone Management Subgroup, Response Strategies Working Group of the Intergovernmental Panel on Climate Change, The Hague, The Netherlands.

IPCC-WGII, 2013. Working group II : Glossary : Annex II. IPCC.

ISQ - Institut de la Statistique du Québec, 2013. Taux d'activité, d'emploi et de chômage, données désaisonnalisées, par région administrative, Québec, 2e trimestre 2012 au 2e trimestre 2013 > Tableaux statistiques > Indicateurs de marché du travail > Travail et Rémunération. ISQ, last accessed 2013/07, http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/march_travl_remnr/parnt_etudn_march_travl/pop_active/stat_reg/ra_taux_trim.htm.

Jačková, K., Romportl, D., 2008. The relationship between geodiversity and habitat richness in Šumava national park and

Křivoklátsko PLA (Czech Republic): A quantitative analysis approach. *Journal of Landscape Ecology* 1, 23-38.

Jackson, A.C., McIlvenny, J., 2011. Coastal squeeze on rocky shores in northern Scotland and some possible ecological impacts. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 400, 314-321.

James, T.S., Henton, J.A., Leonard, L.J., Darlington, A., Forbes, D.L., Craymer, M., 2014. Relative Sea-level Projections in Canada and the Adjacent Mainland United States. *Geological Survey of Canada*, p. 72 doi:10.4095/295574.

Jenkins, G.J., Perry, M.C., Prior, M.J., 2009. The climate of the United Kingdom and recent trends, revised edition. Met Office Hadley Centre, Exeter, UK, p. 118.

Jessamy, V.R., Turner, R.K., 2003. Modelling community response and perception to natural hazards: Lessons learnt from Hurricane Lenny 1999, pp. 1-24.

Jevrejeva, S., Grinsted, A., Moore, J., 2014. Upper limit for sea level projections by 2100. *Environmental Research Letters* 9, 104008.

Jiang, J., Gao, D., DeAngelis, D.L., 2012. Towards a theory of ecotone resilience: coastal vegetation on a salinity gradient. *Theoretical Population Biology* 82, 29-37.

Johnson, R.B., Onwuegbuzie, A.J., Turner, L.A., 2007. Toward a Definition of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research* 1, 112-133.

Johnston, D.W., Bowers, M.T., Friedlaender, A.S., Lavigne, D.M., 2012. The Effects of Climate Change on Harp Seals *Pagophilus groenlandicus*. *PLoS ONE* 7, e29158.

Jones, B.M., Arp, C.D., Jorgenson, M.T., Hinkel, K.M., Schmutz, J.A., Flint, P.L., 2009. Increase in the rate and uniformity of coastline erosion in Arctic Alaska. *Geophysical Research Letters* 36, n/a-n/a.

Jones, N., Panagiotidou, K., Spilanis, I., Evangelinos, K.I., Dimitrakopoulos, P.G., 2011. Visitors' perceptions on the management of an important nesting site for loggerhead sea turtle (*Caretta caretta* L.): The case of Rethymno coastal area in Greece. *Ocean and Coastal Management* 54, 577-584.

Juhola, S., 2014. Assessing Adaptive Capacity of Cities and Regions: Concerns Over Methodology and Usability, *Sustainable Cities and Military Installations*. Springer, pp. 49-62.

Kabuth, A.K., Kroon, A., 2014. Wave energy fluxes and multidecadal shoreline changes in two coastal embayments in Denmark. *Ocean Dynamics* 64, 741-754.

Karim, M., Mimura, N., 2008. Impacts of climate change and sea-level rise on cyclonic storm surge floods in Bangladesh. *Global Environmental Change* 18, 490-500.

Karmaoui, A., Messouli, M., Yacoubi Khebiza, M., Ifaadassan, I., 2014. Environmental Vulnerability to Climate Change and Anthropogenic Impacts in Dryland, (Pilot Study: Middle Draa Valley, South Morocco). *Journal of Earth Science & Climatic Change* S11, 12.

Kates, R.W., Travis, W.R., Wilbanks, T.J., 2012. Transformational adaptation when incremental adaptations to climate change are insufficient. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 7156-7161.

Klein, R.J.T., Nicholls, R.J., Ragoonaden, S., Capobianco, M., Aston, J., Buckley, E.N., 2001. Technological Options for Adaptation to Climate Change in Coastal Zones. *Journal of Coastal Research* 17, 531-543.

Knight, J., (ed.), 2002. *Field Guide to the Coastal Environments of Northern Ireland*. University of Ulster, Coleraine.

Kofinas, G.P., Stuart Chapin, F., 2009. 3. Sustaining Livelihoods and Human Well-Being during Social–Ecological Change, in: Folke, C., Kofinas, G.P., Stuart Chapin, F. (Eds.), *Principles of Ecosystem Stewardship*. Springer, New York, NY, USA, pp. 55-76.

Kont, A., Jaagus, J., Aunap, R., Ratas, U., Ravis, R., 2008. Implications of Sea-Level Rise for Estonia. *Journal of Coastal Research* 242, 423-431.

Koohzare, A., Vaníček, P., Santos, M., 2006. Compilation of a map of recent vertical crustal movements in Eastern Canada using geographic information system. *Journal of Surveying Engineering* 132, 160-167.

Koohzare, A., Vaníček, P., Santos, M., 2008. Pattern of recent vertical crustal movements in Canada. *Journal of Geodynamics* 45, 133-145.

Koutrakis, E., Sapounidis, A., Marzetti, S., Marin, V., Roussel, S., Martino, S., Fabiano, M., Paoli, C., Rey-Valette, H., Povh, D., Malvarez, C.G., 2011. ICZM and coastal defence perception by beach users: Lessons from the Mediterranean coastal area. *Ocean & Coastal Management* 54, 821-830.

Laband, D.N., 2013. The neglected stepchildren of forest-based ecosystem services: Cultural, spiritual, and aesthetic values. *Forest Policy and Economics*.

Landi, A.A., Vokoun, J.C., Howell, P., Auster, P., 2014. Predicting use of habitat patches by spawning horseshoe crabs (*Limulus polyphemus*) along a complex coastline with field surveys and geospatial analyses. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*.

Langford, I.H., Georgiou, S., Bateman, I.J., Day, R.J., Turner, R.K., 2000. Public Perceptions of Health Risks from Polluted Coastal Bathing Waters: A Mixed Methodological Analysis Using Cultural Theory. *Risk Analysis* 20, 691-704.

Larsen, R.K., Swartling, A.G., Powell, N., May, B., Plummer, R., Simonsson, L., Osbeck, M., 2012. A framework for facilitating dialogue between policy planners and local climate change adaptation professionals: Cases from Sweden, Canada and Indonesia. *Environmental Science & Policy* 23, 12-23.

Le Cozannet, G., Garcin, M., Yates, M., Idier, D., Meyssignac, B., 2014. Approaches to evaluate the recent impacts of sea-level rise on shoreline changes. *Earth-Science Reviews* 138, 47-60.

Lê, S., Josse, J., Husson, F., 2008. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software* 25, 18.

Leatherman, S.P., Zhang, K., Douglas, B.C., 2000. Sea level rise shown to drive coastal erosion. *Eos, Transactions American Geophysical Union* 81, 55-57.

Lefeuvre, J., 2003. Biodiversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont-Saint-Michel bay. *Comptes Rendus Biologies* 326, 125-131.

Leiserowitz, A., 2006. Climate Change Risk Perception and Policy Preferences: The Role of Affect, Imagery, and Values. *Climatic Change* 77, 45-72.

Lemieux, C.J., Thompson, J.L., Dawson, J., Schuster, R.M., 2013. Natural resource manager perceptions of agency performance on climate change. *Journal of Environmental Management* 114, 178-189.

Lemmen, D.S., Warren, F.J., Lacroix, J., Bush, E., (eds.), 2008. From Impacts to Adaptation: Canada in a changing climate 2007. Government of Canada, Ottawa, p. 448.

Levrel, H., Pioch, S., Spieler, R., 2012. Compensatory mitigation in marine ecosystems: which indicators for assessing the "no net loss" goal of ecosystem services and ecological functions? *Marine Policy* 36, 1202-1210.

Li, G., Chen, X., Lei, L., Guan, W., 2014. Distribution of hotspots of chub mackerel based on remote-sensing data in coastal waters of China. *International Journal of Remote Sensing* 35, 4399-4421.

Little, C.M., Horton, R.M., Kopp, R.E., Oppenheimer, M., Yip, S., 2015. Uncertainty in Twenty-First-Century CMIP5 Sea Level Projections. *Journal of Climate* 28, 838-852.

Llasat, M.C., López, L., Barnolas, M., Llasat-Botija, M., 2007. Flash-floods in Catalonia: the social perception in a context of changing vulnerability. *Adv. Geosci.* 17, 63-70.

Loewenstein, G.F., Hsee, C.K., Weber, E.U., Welch, N., 2001. Risk as Feelings. *Psychological Bulletin* 127, 267-286.

Loomis, D.K., Paterson, S.K., 2014. The human dimensions of coastal ecosystem services: Managing for social values. *Ecological Indicators* 44, 6-10.

López-Carr, D., Marter-Kenyon, J., 2015. Manage climate-induced resettlement. *Nature* 517, 265-267.

Losada, I.J., 2007. Impactos del cambio climático en la costa española. Fundación Juan March Presentation series El clima que viene, 27/11/2007, Madrid, 82.

Losada, I.J., Méndez, F.J., Olabarrieta, M., Liste, M., Menéndez, M., Tomás, A., Abascal, A.J., Agudelo, P., Guanche, R., Luceño, A., ca. 1998. Impactos en la costa española por efecto del cambio climático : Fase II. Evaluación de Efectos en la Costa Española. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, p. 6 chap.

Lu, Y., Thompson, K.R., Wright, D.G., 2001. Tidal currents and mixing in the Gulf of St. Lawrence: an application of the incremental approach to data assimilation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58, 723-735.

MacInnis, B., Krosnick, J., Caldwell, M., Abeles, A., Howe, L., Markowitz, E., 2013. Preparing for the Effects of Global Warming: The American Public's Perspective on Sea Level Rise. Center for Ocean Solutions at Stanford University, Woods Institute for the Environment at Stanford University Unpublished work presented at the National Press Club, March 28, 2013, Washington, D.C., 69.

Malone, T.C., DiGiacomo, P.M., Gonçalves, E., Knap, A.H., Talaue, McManus, L., Mora, S., Muelbert, J., 2014. Enhancing the Global Ocean Observing System to meet evidence based needs for the ecosystem-based management of coastal ecosystem services, *Natural Resources Forum*. Wiley Online Library, pp. 168-181.

Marcos, M., Puyol, B., Wöppelmann, G., Herrero, C., García-Fernández, M.J., 2011. The long sea level record at Cadiz (southern Spain) from 1880 to 2009. *Journal of Geophysical Research* 116, C1200.

Marqués, M.A., Juliá, R., 1985. 55. Spain, in: Bird, E.C.F., Schwartz, M.L. (Eds.), *The World's Coastline*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, pp. 397-410.

Martin, W.E., Martin, I.M., Kent, B., 2009. The role of risk perceptions in the risk mitigation process: The case of wildfire in high risk communities. *Journal of Environmental Management* 91, 489-498.

Maru, Y.T., Stafford Smith, M., Sparrow, A., Pinho, P.F., Dube, O.P., 2014. A linked vulnerability and resilience framework for adaptation pathways in remote disadvantaged communities. *Global Environmental Change* 28, 337-350.

McCann, S.B., 1985. 35. Atlantic Canada, in: Bird, E.C.F., Schwartz, M.L. (Eds.), *The World's Coastline*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, pp. 235-240.

McFadden, L., Nicholls, R., Penning-Rowsell, E., 2007. *Managing Coastal Vulnerability*. Elsevier, Amsterdam.

McGreal, W.S., 1979. Cliffline Recession near Kilkeel N. Ireland; An Example of a Dynamic Coastal System. *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography* 61, 211-219.

McGreal, W.S., Gardiner, T., 1977. Short-Term Measurements of Erosion from a Marine and a Fluvial Environment in County Down, Northern Ireland. *Area* 9, 285-289.

McLaughlin, S., 2001. Assessment and development of a coastal vulnerability index for Northern Ireland employing GIS techniques, Faculty of Science. University of Ulster, Coleraine, Northern Ireland.

McLaughlin, S., Cooper, J.A.G., 2010. A multi-scale coastal vulnerability index: A tool for coastal managers? *Environmental Hazards* 9, 233-248.

McLaughlin, S., McKenna, J., Cooper, J.A.G., 2002. Socio-economic data in coastal vulnerability indices: constraints and opportunities. *Journal of Coastal Research* SI 36 487-497.

MDDELCC - Ministère du Développement durable de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 2015. Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec. Gouvernement du Québec, en ligne.

Mehrabani, M.B., Chen, H.-P., Stevenson, M.W., 2015. Overtopping failure analysis of coastal flood defences affected by climate change, *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, p. 012049.

Menoni, S., Molinari, D., Parker, D., Ballio, F., Tapsell, S., 2012. Assessing multifaceted vulnerability and resilience in order to design risk-mitigation strategies. *Natural Hazards* 64, 2057-2082.

Mercer, J., 2010. Disaster Risk Reduction or Climate Change Adaptation: Are we reinventing the wheel? *Journal of International Development* 22, 247-264.

Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer, L.A., (eds), 2007. Annex I: Glossary, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the

Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 869-938.

Meur-Férec, C., 2006. De la dynamique naturelle à la gestion intégrée de l'espace littoral : un itinéraire de géographe, *Géographie*. Université de Nantes, Nantes, p. 247.

Meur-Férec, C., Deboudt, P., Morel, V., 2008. Coastal Risks in France: An Integrated Method for Evaluating Vulnerability. *Journal of Coastal Research* 24, 178-189.

Mieszkowska, N., Kendall, M., Hawkins, S., Leaper, R., Williamson, P., Hardman-Mountford, N., Southward, A., 2006. Changes in the range of some common rocky shore species in Britain, a response to climate change? *Hydrobiologia* 555, 241-251.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis. Island Press, Washington DC.

Miller, T.E., Gornish, E.S., Buckley, H.L., 2010. Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery, and succession. *Plant ecology* 206, 97-104.

Ministerio de medio ambiente de España, Universidad de Castilla-La Mancha, 2005. Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático, in: Mancha, M.d.m.a.a.U.d.C.-L. (Ed.). Moreno-Rodríguez (ed.), J.M., Ministerio de medio ambiente and Universidad de Castilla-La Mancha, Madrid, p. 822.

Mitchell, R.K., Agle, B.R., Wood, D.J., 1997. Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts. *The Academy of Management Review* 22, 853-886.

Morissette, A., 2007. Évolution côtière haute résolution de la région de Longue-Rive-Forestville, Côte-Nord de l'estuaire maritime du Saint-Laurent. (M.Sc. thesis). Université du Québec à Rimouski, Rimouski, p. 286.

Moscovici, S., 1988. Notes towards a description of social representations. *European journal of social psychology* 18, 211-250.

Moscovici, S., 2003. 2. Des représentations collectives aux représentations sociales: Éléments pour une histoire. *Sociologie d'aujourd'hui* 7, 79-103.

Moser, S.C., 2010. Now more than ever: The need for more societally relevant research on vulnerability and adaptation to climate change. *Applied Geography* 30, 464-474.

Moser, S.C., Ekstrom, J.A., 2010. A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107, 22026-22031.

Mourne Observer, 2014-03-25. Resident calls for urgent action over coastal erosion. Mourne Observer [online 2014/10], <http://www.mourneobserver.com/news/general-news/resident-calls-for-urgent-action-over-coastal-erosion.html>.

Mozumder, P., Flugman, E., Randhir, T., 2011. Adaptation behavior in the face of global climate change: Survey responses from experts and decision makers serving the Florida Keys. *Ocean and Coastal Management* 54, 37-44.

Myatt, L.B., Scrimshaw, M.D., Lester, J.N., 2003. Public perceptions and attitudes towards a forthcoming managed realignment scheme: Freiston Shore, Lincolnshire, UK. *Ocean and Coastal Management* 46, 565-582.

Naulin, M., Kortenhaus, A., Oumeraci, H., 2010. Failure Mechanisms of Flood Defence Structures: Status Report Of Activity 2.2 & 2.3: XtremRisk project, p. 16.

Naulin, M., Kortenhaus, A., Oumeraci, H., 2015. Reliability-based flood defense analysis in an integrated risk assessment. *Coastal Engineering Journal* 57, 1540005.

Neumann, J.E., Emanuel, K.A., Ravela, S., Ludwig, L.C., Verly, C., 2015. Risks of Coastal Storm Surge and the Effect of Sea Level Rise in the Red River Delta, Vietnam. *Sustainability* 7, 6553-6572.

NI Water, s.d. Silent Valley: Peace. Solitude. Adventure. North Ireland Water s.l., 14, <http://www.niwater.com/sitefiles/resources/pdf/silent-valley-information-leaflet.pdf>.

Nicholls, R.J., Cazenave, A., 2010. Sea-Level Rise and Its Impact on Coastal Zones. *Science* 328, 1517-1520.

NISRA - Northern Ireland Statistics and Research Agency, 2005. Northern Ireland Census 2001 Key Statistics for settlements. Department of Finance and Personnel.

NISRA - Northern Ireland Statistics and Research Agency, 2013. Dwelling type by accommodation type by household space type by electoral ward, Census 2011: Detailed Characteristics for Northern Ireland on Housing, Labour Market and Voluntary Work. NISRA, Statistics bulletin, pp. 79, http://www.nisra.gov.uk/Census/detailedcharacteristics_stats_bulletin_73_2011.pdf.

- Nohl, W., 2001. Sustainable landscape use and aesthetic perception-preliminary reflections on future landscape aesthetics. *Landscape and Urban Planning* 54, 223-237.
- North Norfolk District Council, 2012. Kelling to Lowesoft Ness Shoreline Management Plan, Altrincham, UK.
- O'Brien, G., O'Keefe, P., Rose, J., Wisner, B., 2006. Climate change and disaster management. *Disasters* 30, 64-80.
- O'Faircheallaigh, C., 2010. Public participation and environmental impact assessment: Purposes, implications, and lessons for public policy making. *Environmental Impact Assessment Review* 30, 19-27.
- O'Connor, R.E., Richard, J.B., Fisher, A., 1999. Risk Perceptions, General Environmental Beliefs, and Willingness to Address Climate Change. *Risk Analysis* 19, 461-471.
- Obeysekera, J., Park, J., 2013. Scenario-based projection of extreme sea levels. *Journal of Coastal Research* 29, 1-7.
- Ollerhead, J., Davidson, A., Arnott, R., Walker, I.J., Mathew, S., 2013. Annual to decadal morphodynamics of the foredune system at Greenwich Dunes, Prince Edward Island, Canada. *Earth Surface Processes and Landforms* 38, 284-298.
- Olsson, P., Folke, C., Berkes, F., 2004. Adaptive Comanagement for Building Resilience in Social-Ecological Systems. *Environmental Management* 34, 75-90.
- Orford, J., Pethick, J., McFadden, L., 2007. Reducing the vulnerability of natural coastal systems: A UK perspective, in: McFadden, L., Nicholls, R.J., Penning-Rowsell, E. (Eds.), *Managing Coastal Vulnerability*. Elsevier, Amsterdam, pp. 177-194.
- Orford, J.D., McFadden, L., 2002. 4.1.3 Coastal and flood defence, in: Smyth, A., Montgomery, W.I., Favis-Mortlock, D., Allen, S. (Eds.), *Implications of Climate Change for Northern Ireland: Informing Strategy Development*. SNIFFER, Belfast, pp. 64-71.
- Orr, D.W., 1992. *Ecological literacy: Education and the transition to a postmodern world*. Suny Press.
- Parris, A., Bromirski, P., Burkett, V., Cayan, D.R., Culver, M., Hall, J., Horton, R., Knuuti, K., Moss, R., Obeysekera, J., 2012. Global sea level rise scenarios for the United States National Climate Assessment. US Department of Commerce, National

Oceanic and Atmospheric Administration, Oceanic and Atmospheric Research, Climate Program Office.

Passeri, D.L., Hagen, S.C., Bilskie, M.V., Medeiros, S.C., 2015. On the significance of incorporating shoreline changes for evaluating coastal hydrodynamics under sea level rise scenarios. *Natural Hazards* 75, 1599-1617.

Paul, S.K., 2014. Vulnerability Concepts and its Application in Various Fields: A Review on Geographical Perspective. *Journal of Life and Earth Science* 8, 63-81.

Peng, Z., Zou, Q.-P., 2011. Spatial distribution of wave overtopping water behind coastal structures. *Coastal Engineering* 58, 489-498.

Penning-Rowsell, E., Priest, S., Parker, D., Morris, J., Tunstall, S., Viavattene, C., Chatterton, J., Owen, D., (eds.), 2013. *Flood and coastal erosion risk management: A manual for economic appraisal*. Routledge, Abingdon, UK.

Penning-Rowsell, E.C., 2015. A realistic assessment of fluvial and coastal flood risk in England and Wales. *Transactions of the Institute of British Geographers* 40, 44-61.

Peters, E., Slovic, P., 1996. The Role of Affect and Worldviews as Orienting Dispositions in the Perception and Acceptance of Nuclear Power. *Journal of Applied Social Psychology* 26, 1427-1453.

Pethick, J.S., Crooks, D., 2000. Development of a coastal vulnerability index: a geomorphological perspective. *Environmental Conservation* 27, 359-267.

Pidwirny, M., 2006. *Ocean Tides, Fundamentals of Physical Geography*, 2nd Ed., . Univ. British Columbia, Okanagan, www.physicalgeography.net/Fundamentals/8r.html.

Plomaritis, T.A., Benavente, J., Laiz, I., Del Rio, L., 2015. Variability in storm climate along the Gulf of Cadiz: the role of large scale atmospheric forcing and implications to coastal hazards. *Climate Dynamics* January 2015, 16.

Plomaritis, T.A., Del Rio, L., Benavente, J., 2011. Validating storm threshold using a single environmental parameter: The case of Cadiz coast. *Journal of Coastal Research*, 1876-1880.

Pluye, P., Nadeau, L., Gagnon, M.P., Grad, R., Johnson-Lafleur, J., Griffiths, F., 2012. Chapitre 7: Les méthodes mixtes, in: Ridde, V., Dagenais, C. (Eds.),

Approches et pratiques en évaluation de programme. Presses de l'Université de Montréal, Montréal, pp. 123-141.

Pörtner, H.-O., Peck, M., 2010. Climate change effects on fishes and fisheries: towards a cause-and-effect understanding. *Journal of Fish Biology* 77, 1745-1779.

Rahmstorf, s., 2012. Sea-level rise: towards understanding local vulnerability. *Environmental Research Letters* 7, 3.

Ranasinghe, R., Stive, M.J., 2009. Rising seas and retreating coastlines. *Climatic Change* 97, 465-468.

Ray, G.C., Hayden, B.P., 1992. Coastal zone ecotones, Landscape boundaries. Springer, pp. 403-420.

Rees, S., Curson, J., Evans, D., 2014. Conservation of coastal soft cliffs in England 2002-2013. *Journal of Coastal Conservation*, 1-9.

Renaud, F.G., Birkmann, J., Damm, M., Gallop, G.C., 2010. Understanding multiple thresholds of coupled social-ecological systems exposed to natural hazards as external shocks. *Natural Hazards* 55, 749-763.

Renn, O., 2008. Chapter 9: Food Safety Through Risk Analysis: The Role of Private and Public Governance, in: Sikor, T. (Ed.), *Public and Private in Natural Resource Governance: A False Dichotomy?* Earthscan, London, Sterling, VA, pp. 189-204.

Reser, J.P., Swim, J.K., 2011. Adapting to and coping with the threat and impacts of climate change. *American Psychologist* 66, 277-289.

Resnik, D.B., 2003. Is the precautionary principle unscientific? *Stud. Hist. Phil. Biol. & Biomed. Sci.* 34, 329-344.

Robert, B., Morabito, L., 2010. Reducing vulnerability of critical infrastructures. Presses internationales Polytechniques, Montreal.

Roca, E., Villares, M., 2012. Public perceptions of managed realignment strategies: The case study of the Ebro Delta in the Mediterranean basin. *Ocean and Coastal Management* 60, 38-47.

Rodnikova, I.M., 2012. Effect of environmental conditions on morphological, ecological and geographic characteristics of lichens in coastal habitats. *Russ J Ecol* 43, 97-100.

Roebeling, P., Coelho, C., Reis, E., 2011. Coastal erosion and coastal defense interventions: a cost-benefit analysis. *Journal of Coastal Research* 64, 1415-1419.

Rosati, J.D., Dean, R.G., Walton, T.L., 2013. The modified Bruun Rule extended for landward transport. *Marine Geology* 340, 71-81.

Rosenfeld, C.L., 1977. Terrain Sensitivity of the Townsite at Resolute Bay, NWT. *Yearbook of the Association of Pacific Coast Geographers*, 77-87.

Rosenfield, P.L., 1992. The Potential of Transdisciplinary Research for Sustaining and Extending Linkages between the Health and Social Sciences. *Social Science & Medicine* 35, 1343-1357.

Rowe, G., Frewer, L.J., 2005. A typology of public engagement mechanisms. *Science Technology and Human Values* 30, 251-290.

Saarikoski, H., 2000. Environmental impact assessment (EIA) as collaborative learning process. *Environmental Impact Assessment Review* 20, 681-700.

Sairinen, R., Barrow, C., Karjalainen, T.P., 2010. Environmental conflict mediation and social impact assessment: Approaches for enhanced environmental governance? *Environmental Impact Assessment Review* 30, 289-292.

Sallenger Jr, A.H., 2000. Storm impact scale for barrier islands. *Journal of Coastal Research*, 890-895.

Sanchez-Arcilla, A., Jimenez, J.A., Valdemoro, H.I., 2007. The vulnerability and sustainability of deltaic coasts: The case of the Ebro delta, in: McFadden, L., Nicholls, R., Penning-Rowsell, E. (Eds.), *Managing Coastal Vulnerability*. Elsevier, Amsterdam, pp. 79-95.

Schwartz, M.L., 1967. The Bruun Theory of Sea-Level Rise as a Cause of Shore Erosion. *The Journal of Geology* 75, 76-92.

Séguin Aubé, I., 2013. Les risques côtiers et leur gestion: perceptions des communautés et des intervenants. Agence de la santé et des services sociaux de la Côte-Nord, Baie-Comeau.

Shalaby, A., Tateishi, R., 2007. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography* 27, 28-41.

Shaw, G., 2009. Chapter 8: The Hazards Risk Management Process, in: Pine, J.C. (Ed.), *Natural Hazards Analysis*. Auerbach Publications, Boca Raton, FL (consulted as ebook), pp. 193-220.

Silk, J., 2004. Caring at a distance: Gift Theory, aid chains and social movements. *Social & Cultural Geography* 5, 229-251.

Silva, P., Goy, J., Zazo, C., Bardaji, T., Lario, J., Somoza, L., Luque, L., Gonzalez Hernandez, F., 2006. Neotectonic fault mapping at the Gibraltar Strait Tunnel area, Bolonia Bay (South Spain). *Engineering Geology* 84, 31-47.

Singelmann, J., Schafer, M., 2010. Dislocation and depression: Social consequences of hurricanes Katrina and Rita. *Society and Natural Resources* 23, 919-934.

Slangen, A.B.A., Katsman, C.A., van de Wal, R.S.W., Vermeersen, L.L.A., Riva, R.E.M., 2012. Towards regional projections of twenty-first century sea-level change based on IPCC SRES scenarios. *Climate Dynamics* 38, 1191-1209.

Slangen, A.B.A., van de Wal, R.S.W., Wada, Y., Vermeersen, L.L.A., 2014. Comparing tide gauge observations to regional patterns of sea-level change (1961-2003). *Earth System Dynamics Discussions* 5, 169-201.

Slovic, P., 1987. Perception of risk. *Science* 236, 280-285.

Smit, B., Pilifosova, O., Burton, I., Challenger, B., Huq, S., Klein, R.J.T., Yohe, G., 2001. Adaptation to climate change in the context of sustainability, development and equity (Chapter 18), *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 879-912.

Smit, B., Wandel, J., 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change* 16, 282-292.

Smith, C.G., Culver, S.J., Riggs, S.R., Ames, D., Corbett, D.R., Mallinson, D., 2008. Geospatial analysis of barrier island width of two segments of the Outer Banks, North Carolina, USA: Anthropogenic curtailment of natural self-sustaining processes. *Journal of Coastal Research* 24, 70-83.

Snoussi, M., Ouchani, T., Niazi, S., 2008. Vulnerability assessment of the impact of sea-level rise and flooding on the Moroccan coast: The case of the Mediterranean eastern zone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77, 206-213.

Somerville, S., 2003. Assessment of the aesthetic quality of a selection of beaches in the Firth of Forth, Scotland. *Marine Pollution Bulletin* 46, 1184-1190.

Spanish Government, 2013. Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. Boletín oficial del estado 129, 40691-40736.

Starr, C., 1969. Social Benefit versus Technological Risk. *Science* 165, 1232-1238.

Stat.Can. - Statistics Canada, 2007. 2006 Community Profiles. Statistics Canada.

Stephens, N., 1985. Chapter 53. Ireland, in: Bird, E.C.F., Schwartz, M.L. (Eds.), *The World's Coastline*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, pp. 377-384.

Sterr, H., 2008. Assessment of Vulnerability and Adaptation to Sea-Level Rise for the Coastal Zone of Germany. *Journal of Coastal Research* 242, 380-393.

Sterr, H., Klein, R., Reese, S., 2003. *Climate Change and Coastal Zones: An Overview of the State of the Art on Regional and Local Vulnerability Assessment*. Fondazione Eni Enrico Mattei.

Stive, M.J., de Schipper, M.A., Luijendijk, A.P., Aarinkhof, S.G., van Gelder-Maas, C., van Thiel de Vries, J.S., de Vries, S., Henriques, M., Marx, S., Ranasinghe, R., 2013. A New Alternative to Saving Our Beaches from Sea-Level Rise: The Sand Engine. *Journal of Coastal Research* 29.

Sunamara, t., 1988. Projection of future coastal cliff recession under sea level rise induced by the greenhouse effect: Nii-jima Island, Japan. *Transactions - Japanese Geomorphological Union* 9, 17-33.

Sutton-Grier, A.E., Moore, A.K., Wiley, P.C., Edwards, P.E.T., 2014. Incorporating ecosystem services into the implementation of existing U.S. natural resource management regulations: Operationalizing carbon sequestration and storage. *Marine Policy* 43, 246-253.

Sweet, D., Seager, T.P., Tylock, S., Bullock, J., Linkov, I., Colombo, D., Unrath, U., 2014. *Sustainability Awareness and Expertise: Structuring the Cognitive Processes for Solving Wicked Problems and Achieving an Adaptive-State*. Springer.

Swim, J., Clayton, S., Doherty, T., Gifford, R., Howard, G., Reser, J., Stern, P., Weber, E., 2009. *Psychology and global climate change: Addressing a multi-faceted phenomenon and set of challenges. A report by the American Psychological Association, task force on the interface between psychology and global climate change*. American Psychological Association, Washington.

Swim, J.K., Clayton, S., Howard, G.S., 2011a. Human behavioral contributions to climate change: Psychological and contextual drivers. *American Psychologist* 66, 251-264.

Swim, J.K., Stern, P.C., Doherty, T.J., Clayton, S., Reser, J.P., Weber, E.U., Gifford, R., Howard, G.S., 2011b. Psychology's contributions to understanding and addressing global climate change. *American Psychologist* 66, 241-250.

Taranaki Regional Council, 2009. Coastal Erosion Information: Inventory and recommendations for state of environment monitoring in: Taranaki Regional Council (Ed.). Taranaki Regional Council, , Stratford, NZ, p. 77.

Tebaldi, C., Strauss, B.H., Zervas, C.E., 2012. Modelling sea level rise impacts on storm surges along US coasts. *Environmental Research Letters* 7, 014032.

Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., Ergul, A., 2009. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0— An ArcGIS extension for calculating shoreline change. U.S. Geological Survey, Open-File Report 2008-1278, 1 p.

Thieler, E.R., Pilkey Jr, O.H., Young, R.S., Bush, D.M., Chai, F., 2000. The use of mathematical models to predict beach behavior for US coastal engineering: a critical review. *Journal of Coastal Research*, 48-70.

Thieler, R.E., Hammer-Klose, E.S., 1999. National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast. Woods Hole, MA: United States Geological Survey (USGS), Open-File Report 99-593, 1 p.

Thomalla, F., Vincent, C.E., 2003. Beach response to shore-parallel breakwaters at Sea Palling, Norfolk, UK. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56, 203-212.

Thompson, K.R., Bernier, N.B., Chan, P., 2009. Extreme sea levels, coastal flooding and climate change with a focus on Atlantic Canada. *Natural Hazards* 51, 139-150.

Tunstall, S., Tapsell, S., 2007. Local communities under threat: managed realignment at Corton village, Suffolk, in: McFadden, L., Nicholls, R., Penning-Rowsell, E. (Eds.), *Managing Coastal Vulnerability*. Amsterdam, Elsevier, pp. 97-120.

Turner, B.L., 2003. Science and Technology for Sustainable Development Special Feature: A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100, 8074-8079.

Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., 2003. A

framework for vulnerability analysis in sustainability science. Proceedings of the National Academy of Sciences 100, 8074-8079.

Tversky, A., Kahneman, D., 1974. Judgement under uncertainty: Heuristics and biases. Science 185, 1124-1131.

UK Environment Agency (ed.), 2012. Greater working with natural processes in flood and coastal erosion risk management : A response to Pitt Review Recommendation 27, Environment Agency, Orthon Goldhay, Royaume-Uni, pp. Report GEHO0811BUCI-E-E, 0843.

UK Office for National Statistics, 2013a. 2. Summary Results, 2012-based National Population Projections. UK Office for National Statistics, , London, UK, pp. 34 p., visited online 2015/2007/2001 http://www.ons.gov.uk/ons/dcp171776_334073.pdf.

UK Office for National Statistics, 2013b. Population and Household Estimates for the United Kingdom, March 2011. UK Office for National Statistics, London, UK, pp. 15 p., visited online 2015/2007/2001 http://www.ons.gov.uk/ons/dcp171778_304116.pdf.

UNECE, 1998. Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters, Aarhus, Denmark, June 25, 1998, pp. Consulted online, <http://www.unece.org/env/pp/>.

UNESCO, 2011. ISCED: International Standard Classification of Education. UNESCO Institute for Statistics [online] 2013/04, URL: <http://www.uis.unesco.org/education/pages/international-standard-classification-of-education.aspx>.

UNGA, 1992. Report of the United Nations Conference on Environment and Development, A/CONF.151/26 (Vol. I), in: UNGA (Ed.). UNDESA/UNSD, Rio, pp. Consulted Online, 2011/2003, UNDESA, last updated 2000-2001-2012, <http://www.un.org/en/development/desa/index.html>.

UNISDR, 1994. Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World: Guidelines for Natural Disaster Prevention, Preparedness and Mitigation, in: World Conference on Natural Disaster Reduction (Ed.). Yokohama, Japan, 23-27 May 1994, Consulted online, 2011-03. ISDR. ISDR publications. <http://unisdr.org>.

UNISDR, 2009. 2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. UNISDR, Geneva, 30.

UNISDR, ITC, UNDP, 2010. Local Governments and Disaster Risk Reduction: Good Practices and Lessons Learned: A contribution to the “Making Cities Resilient” Campaign. United Nations, Geneva, p. 69.

UNISDR, UNDP, 2008. Linking Disaster Risk Reduction and Poverty Reduction: Good Practices and Lessons Learned, in: Reduction, G.N.o.N.f.D.R. (Ed.). United Nations, Geneva, p. 75.

United Nations, 1992. Rio Declaration on Environment and Development, United Nations Conference on Environment and Development. United Nations, Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992, pp. Consulted Online, 2011-2003, <http://www.unep.org/>.

Universidad de Cádiz, Diputación Provincial de Cádiz, 2002. Agenda 21 de la Costa Noroeste de la Provincia de Cádiz. Municipios Gaditanos del Bajo Guadalquivir, Diputación de Cádiz, Cádiz, p. 121.

Valpreda, E., Simeoni, U., 2003. Assessment of coastal erosion susceptibility at the national scale: The Italian case. *Journal of Coastal Conservation* 9, 43-48.

van Aalst, M.K., Cannon, T., Burton, I., 2008. Community level adaptation to climate change: The potential role of participatory community risk assessment. *Global Environmental Change* 18, 165-179.

Van Asch, T., Corominas, J., Greiving, S., Malet, J.-P., Sterlacchini, S., (eds.), 2014. *Mountain Risks: From Prediction to Management and Governance*. Springer, Amsterdam, The Netherlands.

Van De Pol, M., Ens, B.J., Heg, D., Brouwer, L., Krol, J., Maier, M., Exo, K.Ä., Oosterbeek, K., Lok, T., Eising, C.M., 2010. Do changes in the frequency, magnitude and timing of extreme climatic events threaten the population viability of coastal birds? *Journal of Applied Ecology* 47, 720-730.

Van der Meer, J., Schrijver, R., Hardeman, B., van Hoven, A., Verheij, H., Steendam, G.J., 2009. Guidance on erosion resistance of inner slopes of dikes from three years of testing with the Wave Overtopping Simulator. *Proc. ICE, Breakwaters, Marine Structures and Coastlines*.

Vázquez-González, C., Fermín-Almada, J.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., 2014. Scenarios of vulnerability in coastal municipalities of tropical Mexico: An analysis of wetland land use. *Ocean & Coastal Management* 89, 11-19.

Wachinger, G., Renn, O., Begg, C., Kuhlicke, C., 2013. The Risk Perception Paradox—Implications for Governance and Communication of Natural Hazards. *Risk Analysis* 33, 1049-1065.

Wakefield, S., Elliott, S.J., 2000. Environmental risk perception and well-being: effects of the landfill siting process in two southern Ontario communities. *Social Science and Medicine* 50, 1139-1154.

Walkden, M., Dickson, M., 2008. Equilibrium erosion of soft rock shores with a shallow or absent beach under increased sea level rise. *Marine Geology* 251, 75-84.

Walkden, M., Hall, J., 2005. A predictive mesoscale model of the erosion and profile development of soft rock shores. *Coastal Engineering* 52, 535-563.

Walkden, M.J., Hall, J.W., 2011. A mesoscale predictive model of the evolution and management of a soft-rock coast. *Journal of Coastal Research* 27, 529-543.

Walker, S., Wilson, J.B., Steel, J.B., Rapson, G., Smith, B., King, W.M., Cottam, Y.H., 2003. Properties of ecotones: evidence from five ecotones objectively determined from a coastal vegetation gradient. *Journal of Vegetation Science* 14, 579-590.

Wang, M.Z., Amati, M., Thomalla, F., 2012. Understanding the vulnerability of migrants in Shanghai to typhoons. *Natural Hazards* 60, 1189-1210.

Wang, X.L., Swail, V.R., Zwiers, F.W., 2006. Climatology and changes of extratropical storm tracks and cyclone activity: Comparison of ERA-40 with NCEP/NCAR Reanalysis for 1958–2001. *Journal of Climate* 19, 3145–3166.

Warren, C.M.J., 2010. The facilities manager preparing for climate change related disaster. *Facilities* 28, 502-513.

Warsini, S., Mills, J., Usher, K., 2014. Solastalgia: Living with the environmental damage caused by natural disasters. *Prehospital and Disaster Medicine* 29, 87-90.

Wasson, K., Woolfolk, A., Fresquez, C., 2013. Ecotones as indicators of changing environmental conditions: rapid migration of salt marsh, Åupland boundaries. *Estuaries and Coasts* 36, 654-664.

Watts, M.J., Bohle, H.G., 1993. The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine. *Progress in Human Geography* 17, 43-67.

- Weber, E.U., Stern, P.C., 2011. Public understanding of climate change in the United States. *American Psychologist* 66, 315-328.
- Webster, P.J., Holland, G.J., Curry, J.A., Chang, H.R., 2005. Atmospheric science: Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment. *Science* 309, 1844-1846.
- Wiber, M., Charles, A., Kearney, J., Berkes, F., 2009. Enhancing community empowerment through participatory fisheries research. *Marine Policy* 33, 172-179.
- Woodroffe, C.D., 2007. The Natural Resilience of Coastal Systems: Primary Concepts, in: McFadden, L., Penning-Rowsell, E., Nicholls, R.J., (eds) (Eds.), *Managing Coastal Vulnerability*. Elsevier, Amsterdam, pp. 45-60.
- Woodworth, P., White, N.J., Jevrejeva, S., Holgate, S., Church, J., Gehrels, W., 2009a. Evidence for the accelerations of sea level on multi-,Â&decade and century timescales. *International Journal of Climatology* 29, 777-789.
- Woodworth, P.L., Teferle, F.N., Bingley, R.M., Shennan, I., Williams, S.D.P., 2009b. Trends in UK mean sea level revisited. *Geophysical Journal International* 176, 19-30.
- Xu, Z., Saucier, F.J., Lefaivre, D., 2006. Water Level Variations in the Estuary and Gulf of St. Lawrence, Understanding Sea-level Rise and Variability Workshop, June 6-9, 2006, Paris, France, p. poster.
- Yohe, G.W., 1991. The Cost of Not Holding Back the Sea - Economic Vulnerability. *Ocean & Shoreline Management* 15, 233-255.
- Young, A.P., Flick, R.E., O'Reilly, W.C., Chadwick, D.B., Crampton, W.C., Helly, J.J., 2014. Estimating cliff retreat in southern California considering sea level rise using a sand balance approach. *Marine Geology* 348, 15-26.
- Zhang, X., Walsh, J., Zhang, J., Bhatt, U.S., Ikeda, M., 2004. Climatology and interannual variability of Arctic cyclone activity: 1948-2002. *Journal of Climate* 17, 2300-2317.
- Zwiers, F.W., Alexander, L.V., Hegerl, G.C., Knutson, T.R., Kossin, J.P., Naveau, P., Nicholls, N., Schär, C., Seneviratne, S.I., Zhang, X., 2013. c, *Climate Science for Serving Society*. Springer, pp. 339-389.

ANNEXE A –
LISTE DES PUBLICATIONS

Encadré A.1 Liste des publications

ARTICLES PUBLIÉS RÉVISÉS PAR LES PAIRS

Boyer-Villemare, U., Bernatchez, P., Benavente, J., Cooper, J.A.G. (2014) *Quantifying community's functional awareness of coastal changes and hazards from citizen perception analysis in Canada, UK and Spain*. Ocean & Coastal Management, 93, pp. 106-120. DOI: [10.1016/j.ocecoaman.2014.03.016](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.03.016).

Boyer-Villemare, U., Benavente, J., Cooper, J.A.G., Bernatchez, P. (2014) Analysis of role distribution and participation in sustainable natural hazard risk governance: a call for active participation, Environmental Hazards: Human and Policy Dimensions, 13 . pp. 38-57. DOI: 10.1080/17477891.2013.864592

ARTICLES SOUMIS

Boyer-Villemare, U., Bernatchez, P., Benavente, J., Cooper, J.A.G. (submitted) Governance Perception of Citizens and Managers in Coastal Communities facing Climate Hazards and Changes in Canada, UK and Spain. Manuscript submitted to Ocean and Coastal Management. (Uunder revision)

Boyer-Villemare, U., Bernatchez, P., Benavente, J., Cooper, J.A.G. (submitted) Role Distribution and Participation of Local Communities in Natural Hazard Risk Governance: a Challenge for Sustainable Planning. Review article submitted to Journal of Environmental Planning and Management, CJEP-2013-0076.pdf

Boyer-Villemare, U., G. Marie et P. Bernatchez (sub.). « Analysis and typology of adaptation strategies to coastal hazards for road infrastructure in the context of climate change in Europe and North America », *Journal of Transport Geography*, JTRG-S-15-00521.pdf.

MANUSCRITS

Boyer-Villemare, U., Bernatchez, P., Benavente, J., Cooper, J.A.G. (manuscript) *Coastal vulnerability diagnosis: multidisciplinary perspective for spotting factors in communities facing coastal erosion*. Manuscript prepared for Irish Geography.

CHAPITRES DE LIVRE

Boyer-Villemare, U., M. Lamari, P. Bernatchez, J.J. Jacob et K. Nowodjro (2015). « Chapitre 3. Analyse institutionnelle de la trajectoire d'adaptation aux changements climatiques dans le Québec maritime », dans M. Lamari et J.J. Jacob (dir.), *S'adapter aux changements climatiques, acclimater les politiques publiques : Politiques publiques et indicateurs de suivi des progrès dans sept pays occidentaux* Québec, QC, Canada, Presses de l'Université du Québec, 77-126.

ARTICLES PUBLIÉS NON RÉVISÉS PAR LES PAIRS

Boyer-Villemaire, U. (2011) Inégalités écologiques, territoires littoraux & développement durable : Presses universitaires du Septentrion, Collection environnement et société, 2010, 409 pages. VertigO-La revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Lectures, mis en ligne le 17 février 2011, consulté le 12 mars 2014, 4 p. URL : <http://vertigo.revues.org/10668>

RAPPORTS DE RECHERCHE

Boyer-Villemaire, U., Marie, G., Bernatchez, P. (2014) Vulnérabilité des infrastructures routières de l'Est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques : Analyse des stratégies internationales et recommandations en matière de réduction de la vulnérabilité des infrastructures de transport face aux risques naturels côtiers, Volume II, Projet X008.1. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport de recherche remis au ministère des Transports du Québec, mars 2014. 161 p. + annexes.

PRÉSENTATIONS ET AFFICHES SCIENTIFIQUES

Boyer-Villemaire, U. (2014) Contributions géomatiques à l'évaluation de la vulnérabilité des communautés côtières aux impacts des changements climatiques, Journée de la géomatique – 19 novembre 2014, Université de Sherbrooke, Présentation invitée, http://journeegeomatique.evenement.usherbrooke.ca/?page_id=7.

Boyer-Villemaire, U., Marie, G., Bernatchez, P. (2014) Regard international sur les stratégies d'adaptation des infrastructures routières aux risques côtiers : du statu quo aux portefeuilles de solutions, des leçons pour le Québec ? Présentation, 9e colloque sur les risques naturels au Québec, Colloque 617 – ACFAS 2014, Montréal, <http://www.acfas.ca/evenements/congres/programme/82/600/617/c>.

Boyer-Villemaire, U., Bernatchez, P., Cooper, J.A.G., Benavente, J. (2014) Diagnostic de vulnérabilité intégrée aux changements côtiers à l'échelle des communautés : les cas d'Avignon (Québec), Kilkeel (Irlande du Nord) et Chipiona (Espagne). Présentation, Colloque 611 – ACFAS 2014, Montréal, https://colloquezonecotiere.files.wordpress.com/2014/05/boyer-villemaire_acfas2014-c611_short.pdf.

Boyer-Villemaire, U. (2013) Communautés côtières de l'Est du Québec et changements climatiques : Évaluation de la vulnérabilité et pistes d'adaptation. Adaptation aux changements climatiques et santé publique: pouvons-nous mieux faire ?, Institut National de la Santé Publique du Québec (INSPQ), Québec, 1-3 Octobre, 2013, présentation invitée, <http://www.monclimatmasante.qc.ca/public/conference-adaptation-changement-climatique-et-sante-publique.aspx>.

Boyer-Villemare, U. (2013) Perceptions, capacité d'adaptation et vulnérabilité des communautés à l'érosion et à la submersion côtières : Avignon (Québec), Kilkeel (Irlande du Nord), Chipiona (Andalousie), séminaire invité à OURANOS, Montreal, 10 avril 2013.

Boyer-Villemare, U. (2013) Coastal risks and adaptive capacity of the Kilkeel community, in comparison with Canada and Spain. Presentation in Coleraine, University of Ulster, January 29th, 2013.

Boyer-Villemare, U. (2013) Percepciones, capacidad de adaptación y vulnerabilidad de las comunidades a los peligros de erosión y inundación costeras: los casos de Chipiona (Andalucía), Kilkeel (Irlanda del Norte) y Avignon (Quebec). Presentation invitada del CASEM, Excellence Series, Universidad de Cadiz, Puerto Real, January 24th, 2013.

Friesinger, S., Drejza, S., Bernatchez, P., Boyer-Villemare, U., Van-Wierst, S., Marie, G., Lacombe, D. (2013) Vulnérabilité des infrastructures routières de l'est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques, affiche présentée au Forum Science Environnement, le 16 octobre 2013, Québec.

Boyer-Villemare, U., Bernatchez, P., Benavente, J., Cooper, J.A.G. (2012) Assessment of local adaptation capacity to coastal hazards: what to learn from Quebec, Northern Ireland and Andalucía? Coastal Zone Canada, Rimouski, 11-13 juin 2012, présentation.

Boyer-Villemare, U. (2011) Les côtes et les communautés du Saint-Laurent : vers un diagnostic multidisciplinaire pour faire face aux risques naturels. Journée de la recherche du FQRNT, UQTR, 10 février 2011, Présentation invitée, <http://www.frqnt.gouv.qc.ca/documentsPublications/pdf/2011/AM/UBVillemare.pdf>.

Boyer-Villemare, U. (2011) Vers une évaluation intégrée de la vulnérabilité des communautés côtières: aspects participatifs et résultats préliminaires. Séminaire ADAPTALITT 28 et 29 novembre 2011, Paris GIP ECOFOR, présentation invitée.

Boyer-Villemare, U. et P. Bernatchez (2011) Risques côtiers au Québec maritime. Séminaire ADAPTALITT 28 et 29 novembre 2011, Paris GIP ECOFOR, présentation invitée.

Boyer-Villemare, U., Bernatchez, J., Cooper, J.A.G. (2009) Inter-climate coastal sensitivity and vulnerability to multi-hazards: concepts, environmental system dynamics and methodology. Colloque OMRN, 21-24 octobre 2009, University d'Ottawa, Ottawa, ON. Affiche

Boyer-Villemare, U., Bernatchez, P., Benavente, J., Cooper, J.A.G. (2010) Une approche inter-climatique et durable de la vulnérabilité aux aléas côtiers : concepts, objectifs et méthodologie.

Colloque Littoraux Méditerranéens : états passés, actuels et futurs, Université Abdelmalek Essaâdi (Faculté Polydisciplinaire de Larache) & Université de Bretagne-Sud (Equipe Géosciences Marines & Géomorphologie du Littoral), 10-12 Novembre 2010, Larache (Maroc). Affiche.

Perreault, F., Boyer-Villemare, U., Terrier, A., Azad, J., Christin, D., Gagné, L., Latombe, G., Mvolo, C. S., Ostreicher, J. S. (2009). Modélisation dynamique de stratégies d'investissements pour la durabilité des transports interurbains : le cas du corridor Québec-Windsor (CQW). Journées de l'optimisation 2009, GERAD – Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions, Montréal, HEC-Montréal, 4-6 mai 2009. Présentation orale

Groupe de recherche étudiant sur la mobilité durable (Azad, J., Boyer-Villemare, U., Christin, D., Gagné, L., Latombe, G., Mvolo, C. S., Ostreicher J. S., Perreault F., Terrier A). (2009) Modélisation dynamique des stratégies d'investissements pour un système de transport durable : le cas du corridor Québec-Windsor. 44e Congrès annuel de l'Association québécoise du transport et des routes, Montréal, Palais des Congrès, 6 au 8 avril 2009. Présentation par affiche.

ORGANISATION DE COLLOQUES SCIENTIFIQUES

Chouinard, O., Weissenberger, S., Boyer-Villemare, U. (2014) Colloque 611 - Adaptation aux changements climatiques et à l'augmentation du niveau de la mer en zones côtières : une perspective mondiale. ACFAS 2014, 12 mai 2014, Montréal, <http://www.acfas.ca/evenements/congres/programme/82/600/611/c>

ACTIVITÉS D'ENSEIGNEMENT ET DE VULGARISATION

Boyer-Villemare, U. (2015) Les risques d'érosion côtière et de submersion : pistes de gestion durable pour les communautés côtières. Le climat en changement : l'adaptation par les Premières Nations au Québec 2015, Québec, 25-25 février 2015, présentation invitée, http://iddpnql.ca/wp-content/uploads/2015/02/FACC2015_fr_ProgrammeOfficiel_Final.pdf.

Boyer-Villemare, U. (2015) Aléas côtiers, impacts des changements climatiques et vulnérabilité des communautés. Présentation invitée dans le cadre du cours « ENV9501 Dynamique des systèmes environnementaux » du doctorat en sciences de l'environnement, UQAM, Montréal, 13 février 2015.

Morneau, F., Boyer-Villemare, U. (2014) Quand l'eau gruge notre territoire. Présentation invitée au Cœur des sciences de l'UQAM, 26 novembre 2014, Montréal, <http://coeurdessciences.uqam.ca/component/eventlist/details/464-quand-l-eau-gruge-notre-territoire.html>.

Boyer-Villemare, U. (2013) Enseignement de deux séances, dans le cadre du cours « ENV773j : Changements climatiques » à la maîtrise à l'UQAM, 11 et 18 novembre 2013.

Boyer-Villemare, U. (2013) Vulnérabilité et facteurs de résilience/adaptation dans le contexte des risques d'aléas côtiers. Présentation dans le cadre du cours « Aspects sociaux de la gestion des risques majeurs » au DESS géographie, 26 septembre 2013.

Participation invitée à la réunion stratégique d'OURANOS-Environnement maritime, définition des objectifs 2014-2020, Québec, 22 mai 2013.

Boyer-Villemare, U. (2013) Vulnérabilité et facteurs de résilience/adaptation dans le contexte des risques d'aléas côtiers. Invited seminar during a class: "Aspects sociaux de la gestion des risques majeurs", DESS en Gestion des risques majeurs (Master level), UQAM, September 26th, 2013.

Boyer-Villemare, U. (2013) El cambio climático y la capacidad de adaptación de la comunidad de Chipiona, en comparación con Irlanda del Norte y Canada. Invited presentation, hosted by the Club CANS, Camaleón Interpretation Center, Chipiona, January 25th, 2013.

Boyer-Villemare, U. (2013) Coastal risks and adaptive capacity of the Kilkeel community, in comparison with Canada and Spain. Public presentation hosted by the Mourne Heritage Trust. Annalong Cornmill Quay, January 30th, 2013.

Boyer-Villemare, U. (2012) Enseignement d'une séance dans le cours « Composantes du milieu naturel (risques naturels) et Aménagements », au baccalauréat en géographie à l'UQAM, 1er novembre 2012.

Boyer-Villemare, U. (2012) Enseignement d'une séance, dans le cadre du cours « ENV773j : Changements climatiques » à la maîtrise à l'UQAM, 19 novembre 2012.

Boyer-Villemare, U. (2012) Les aléas côtiers dans l'est du Québec et les impacts des changements climatiques. Tournée de conférence 30e anniversaire de l'AQLPA, Montréal, 15 novembre 2012.; Québec, 23 octobre 2012; Rimouski, 9 octobre 2012.

Bernatchez, P., Marie, G., Boyer-Villemare, U., Drejza, S. (2012) Les aléas côtiers dans l'est du Québec et les impacts des changements climatiques. Consultation dans le cadre de l'élaboration du prochain Plan d'action sur les changements climatiques du Gouvernement du Québec. Rimouski, 2 février 2012, présentation invitée.

Boyer-Villemare, U. (2009) Participation à un panel. Forum international Science et société 2009, 7-8 novembre 2009, Québec.

ARTICLES DE REVUE OU DE JOURNAUX GRAND PUBLIC

McCamley, E. (2010) « Ph.D. student embarks on Survey of Mournes coast », The Mourne Observer, South Down Edition, Wednesday 28 July 2010, p. 11

Le journal l'Écho de la Baie. (2011) Recherche sur la vulnérabilité côtière inter-climatique à Maria et Carleton-sur-Mer. 8 novembre 2011. <http://www.lechodelabaie.ca/2011/11/08/recherche-sur-la-vulnerabilite-cotiere-inter-climatique-a-maria-et-carleton-sur-mer>.

AUDIO

Boyer-Villemaire, U. (30 mars 2014) Entrevue pour la chronique « Doc-post-doc » à l'émission Les Années lumières, Radio-Canada, http://ici.radio-canada.ca/emissions/les_annees_lumiere/2013-2014/chronique.asp?idChronique=333047.

Boyer-Villemaire, U. (28 octobre 2009) Entrevue à l'émission Les vulgaires scientifiques, Radio communautaire UQAM, <http://www.choq.ca/emissions/scientifiques/episodes/podcasts/15322-emission-du-28-octobre-2009.mp3>.

VIDÉO

Endosseuse de la Marche Action-Climat 2015. https://www.youtube.com/watch?v=MilaqMpxa_M.

Radio-Canada Est du Québec (2011) « Étudier la côte pour mieux la protéger. » Reportage diffusé le 10 novembre 2011 à 18h37. http://ici.radio-canada.ca/audio-video/pop.shtml?urlMedia=http://www.radio-canada.ca/Medianet/2011/CJBRT/LeTelejournalEstDuQuebec201111101759_5.asx

ANNEXE B –
QUESTIONNAIRE MULTILINGUE COMPLET

B. Preoccupations & stakes / Préoccupations et enjeux / Preocupaciones e implicaciones

1. Name the 3 most important problems that affect the territory/community of : _____
 Nommez les trois problèmes les plus importants qui affectent _____ (communauté/territoire).
Puede decirme los 3 mayores problemas que afectan a la comunidad/el territorio de _____

Are there any other that you want to mention? Y en-a-t-il d'autres que vous aimeriez mentionner? ¿Hay otros que quiera incluir?

1.1	
1.2	
1.3	
1.4	99
1.5	99
1.6	99

2. Name 3 environmental preoccupations that affect the territory/community of : _____
 Nommez trois préoccupations environnementales qui touchent _____ (communauté/territoire).
Puede decirme los 3 mayores problemas ambientales que afectan a la comunidad/el territorio de _____

1.1	
1.2	
1.3	
CM	99

Comments Commentaires Commentaires

IMPORTANCE OF COASTAL ZONE / IMPORTANCE DE LA ZONE CÔTIÈRE / IMPORTANCIA DE LA ZONA COSTERA					
3. How important is the coastal zone for your community, with regards to the economy? The social & health? The environment? Quelle est l'importance de la zone côtière pour votre communauté, du point de vue économique? Du point de vue social et de la santé? Du point de vue de l'environnement? ¿Cuál es la importancia de la zona costera para su comunidad, desde el punto de vista económico? ¿Desde el punto de vista social y de la salud? ¿Y del medio ambiente?					
SECTORS OF SOCIETY SPHERES DE LA SOCIÉTÉ SECTORES DE LA SOCIEDAD	(0) Not important at all Aucune importance No importa	(1) A little importance Un peu important Importa	(2) Very important Très important Muy importante	(3) Totally vital Complètement vital Vital/Crucial	(66) (88) (99) Comments Commentaires Comentarios
3.1 Economy Economie Economía	2				Plage, les gens viennent faire du camping à Carleton.
3.2 Social and Health Social et santé Social y salud	3				Tout le monde se garroche à la plage, un terrain sur le bord de l'eau; il paraît que l'air est iodé à Carleton; c'est bon pour la santé; 99
3.3 Environment Environnement Medio ambiente	66				
CM					

Comments Commentaires Commentaires

C. Perception of environmental changes / Perception des changements environnementaux / Percepción de los cambios ambientales									
PRESENCE/PRESENCE/PRESENCIA									
4. Have you observed the following natural phenomena in your territory? If yes, did their frequency has changed? Avez-vous observé les phénomènes naturels suivants sur votre territoire ? Si oui, leur fréquence a-t-elle changé ? ¿Ha visto los siguientes fenómenos naturales? Si sí, ¿su frecuencia ha cambiado (aumento, disminución)?									
NATURAL PHENOMENA PHÉNOMÈNES NATURELS FENÓMENOS NATURALES	4.1 PRESENCE			4.2 FREQUENCY			(66) (88) (99)	Comments Commentaires Comentarios	
	(1) Yes Oui Sí	(0) No Non No	(66) (88) (99)	(1) Increase Augmen- tation Aumento	(-1) Decrease Dimi- nution Disminu- ción	(0) No change Aucun chan- gement Ningun cambio			
a. Coastal erosion/Érosion côtière/Érosión costera (ero)		1			0			LOCATION : mon terrain : perdu la largeur d'un terrain de tennis devant la balançoire; érosion chez ma petite cousine dans les caps de Carleton	
b. Coastal flooding/Inondation côtière/Inundación costera (sub)		1			0			LOCATION : banc du camping de Carleton; tellement que ça arrête ; grandes marées d'automne; la rue du Quai de Carleton; à chaque année	
c. Storm waves/Vagues de tempête/Oleaje de temporal (v)		1			0			Beaucoup de vent à Carleton; les arbres tombaient tout seuls (conifères) en 1993; on a coupé; toujours été reconn pour les vagues	
d. Strong rain/Fortes pluies/Lluvias intensas (p)		1			1			2008; plus intenses qu'avant	
e. River erosion/Érosion de berges de rivière/Érosión fluvial (erof)		1			1			LOCATION : ruisseau de l'éperlan, 2008	
f. River flooding/Inondation fluviale/Inundación fluvial (f)		1			1			LOCATION : ruisseau de l'éperlan, 2008	
g. Winter events (warmer or colder? Dryer or more humid ?)/Redoux hivernal/Inviernos (más calientes o fríos? ¿Mas húmedos o secos?)		1			99			Pas de neige jusqu'à Noël; il fait plus chaud que quand j'étais jeune; redoux	
h. *River ice dam Embâcle Retención del río por bloques de hielo		99			99			99	
i. Earthquakes/Séisme/Terremotos		1			0			Une fois un tout dans les années 1980	
j. Climate warming (w/n)/Réchauffement climatique (o/n)/Temperaturas más altas (s/n)		1			99			99	
k. Coastal landslide/Glisement de terrain sur la côte/Deslizamientos costeros		0			99			LOCATION : mon terrain se végétalise avec des petits arbres	
l. Coastal rock fall/Écroulement de roches sur la côte/Caída de bloques costeros (desprendimientos)		0			99			LOCATION : 99	
m. Others/Autres/Otros: summer events/événements d'été/ eventos de verano- olas de calor		1			99			L'été il fait plus chaud,	
CM									

Comments Commentaires Comentarios

5. DIRECT IMPACTS/IMPACTS DIRECTS/IMPACTOS DIRECTOS

5.1 Did you notice any change concerning the following coastal items over the territory of your community ?
Avez-vous remarqué des changements concernant les items suivants sur le territoire de votre communauté ?
Sobre el territorio de su población, ¿ha observado cambios en los elementos siguientes?

5.2 Can you locate on a map the most vulnerable zones to it?
Pouvez-vous localiser les zones les plus vulnérables aux phénomènes naturels et aux changements environnementaux ci-haut mentionnés?
¿Puede localizar en un mapa las zonas más vulnerables a los fenómenos naturales y cambios ambientales anteriormente citados?

5.2.1 If yes, name of the shapefile Si oui, nom du fichier de forme (shapefile) Si sí, nombre del archivo : _____ .shp

DIRECT COASTAL IMPACTS IMPACTS COTIERS DIRECTS IMPACTOS COSTEROS DIRECTOS		5. FREQUENCY			Comments Commentaires Comentarios
(1) Increase Augmen- tation Aumen- tación	(-1) Decrease Diminution Disminución	(0) No change Aucun chan- gement Ningún cambio	(66) (88) (99)		
a. Beach width/Largeur de la plage/Anchura de playa (la)	-1			LOCATION : au pied de mon terrain;	
b. Sea level/Niveau de la mer/Nivel del mar (rsi)	-1			En hiver, ça a descendu très bas;	
c. River water level/Niveau d'eau de la rivière/Nivel del río (ri)	0			99	
d. *Sea ice cover/Couverture de la glace de mer/Cobertura del hielo marino(sgm)	-1			Il y a longtemps, les gens traversaient la Baie à Carleton quand j'avais une dizaine d'années; les bateaux viennent;	
e. *River ice cover/Couverture de la glace de rivière/Cobertura de hielo fluvial (sgr)	0			99	
f. *Sea ice cover thickness/Epaisseur de la glace de mer/espesor de la cobertura de hielo marino (egm)	-1			99	
g. *River ice cover thickness/Epaisseur de la glace de rivière/espesor de la cobertura de hielo fluvial (egr)	0			99	
h. Others/Autres/Otros:	99			99	
CM					

Comments Commentaires Comentarios

Page 4 de 16

Q#

6. In your opinion, are the following biological resources (fauna/flora) affected by the underlying natural phenomena and environmental changes ? Selon vous, les ressources biologiques sont-elles affectées par les phénomènes naturels et les changements environnementaux ? En su opinión, ¿los siguientes recursos biológicos están afectados por los fenómenos naturales y los cambios ambientales ?							
6.1 For those affected, to what source phenomenon/a or change(s) would you attribute this effect? Pour celles qui sont affectées, quel(s) en est/sont le ou les phénomène(s) ou changement(s) responsable(s) ? Si sí, ¿cuáles son los fenómenos o cambios que son responsables de estos efectos?							
		7. DEGREE OF EFFECT			7.1 SOURCES OF EFFECT		
BIOLOGICAL RESOURCES (Fauna/flora) RESSOURCES BIOLOGIQUES (Faune/flore) RECURSOS BIOLÓGICAS (Fauna/flora)		(0) Not affected Pas affectées No afectada	(1) Little affected Peu affectées Poco afectada	(2) Much affected Très affectées Muy afectada	(66) (88) (99)	Phenomenon/a Phénomène(s) Fenómeno(s)	Comments Commentaires Comentarios
a. Shellfish (lobster, crab, etc.) Crustacés (homard, crabe, etc.) Crustáceos (lagavante, cangrejo, etc.)			0			99	99
b. Molluscs (clams, mussels, oysters, etc.) Mollusques (mye/clam, moules, huîtres, etc.) Moluscos (mejillones, ostras, etc.)			0			99	99
c. Fish (sea trout, salmon, etc.) Poissons (truite de mer, anguille, saumon, etc.) Pescado (lubina, dorada, congrio, etc.)			0			99	99
d. Marine mammals (seal, whale, etc.) Mammifères marins (phoque, baleine, etc.) Mamíferos marinos (delfin, ballena, etc.)			0			99	99
e. Terrestrial mammals (foxes, rabbits, etc.) Mammifères terrestres Mamíferos terrestres (zorras, etc.)			0			99	99
f. Birds Oiseaux Aves			0			99	99
g. Vegetation (trees, berries, bushes, etc.) Végétation (petits fruits, etc.) Vegetación (pequeñas frutas, etc.)			0			99	99
h. Algae, seaweed and water plants Algues/herbier Algas y plantas de agua			0			99	99
i. Salt marsh Marais maritime Marismas			0			99	99
j. Others Autres Otros			99			99	99

D. PRACTICE OF ACTIVITIES / ACTIVITES PRATIQUÉES / ACTIVIDADES PRACTICADAS

7. Do you practice any activities on the coastline, in/on the seawater or in/on rivers in the area? Pratiquez-vous des activités au bord de mer, en mer ou en rivière dans la région? ¿Practica alguna actividad en la costa, en el mar o en los ríos de esta región?

7.1 If yes, which activities do you practice and at what frequency? Si oui, quelles activités pratiquez-vous et à quelle fréquence les pratiquez-vous? Si sí, ¿cuáles son estas actividades y con qué frecuencia las practica?

7.2 Can you locate these activities on a map? Pouvez-vous localiser ces activités sur une carte? ¿Puede localizar estas actividades en un mapa?

7.2.1 If yes, name of the shapefile Si oui, nom du fichier de forme (Shapefile) Si sí, nombre del archivo .shp

7.3 Are there any of those activities that you have stopped practicing because of environmental changes? Est-ce qu'il y a des activités que vous avez cessé de réaliser en raison de changements environnementaux? De estas actividades, ¿hay cualquiera que abandonó por cambios ambientales?

7.4 Are the any other one that you think might be affected by environmental changes? Y en a-t-il d'autres que vous pensez affectées par des changements environnementaux? En su opinión, ¿hay otras actividades en esta lista que estén afectadas por los cambios ambientales?

7.4.1 For those ones, what are the causes? Pour celles-là, quelle(s) en est la(les) cause(s)? Para estas, por qué causa(s)?

ACTIVITIES / ACTIVITÉS / ACTIVIDADES	7.1 FREQUENCY OF PRACTICE			7.3 STOP DUE TO ENV. CHG.	7.4 AFFECTED BY ENV. CHG.		7.5 CAUSES OF...	LOCATION or
	(0) Never Jamais Nunca	(1) < 5X /yr. /an /año	(2) ≥ 5X /yr. /an /año		(0) Not affected Non Affecté No afectado	(1) Affected Affecté Afectado		
A. Nautical Nautiques Náuticas								
a. Sunbathing and swimming Bain de plage et baignade Tamar el sol y nadar	0			0	0		99	99
b. Canoe Canot Canoa	0			0	0		99	99
c. Kayak Kayak Kayak	0			0	0		99	99
d. Motorized nautical activities Sports de navigation motorisés Actividades de navegación motorizadas	0			0	0		99	99
e. Scuba(bottle) diving Plongée sous-marine Buceo	0			0	0		99	99
f. Seawater fishing Pêche en mer Pesca marina	0			0	0		99	99
g. Soft water fishing Pêche en rivière Pesca de agua dulce	0			0	0		99	99
h. Sea hunting Chasse en mer Pesca submarina	0			0	0		99	99
B. Terrestrial Terrestres Terrestres								
i. Trekking or hiking Randonnée pédestre Caminata - senderismo	0			0	0		99	99
j. Cycling Randonnée à vélo Excursión de bicicleta	0			0	0		99	99
k. AVT-4x4 – Motorcycle VTT-Quad – Motociclette Todoterreno y motocicleta	0			0	0		99	99
l. Observation and nature interpretation (birds,...) Observation et interprétation de la nature (oiseaux,...) Observación e interpretación de la naturaleza (aves,...)	0			0	0		99	99
m. Mollusk picking Cueillette de mollusques Marisqueo	0			0	0		99	99
n. Other picking, précise what. Cueillette, précisez quoi. Otra recolección, precisar.	0			0	0		99	99

<i>a. Seasonal camping Campement saisonnier Camping estacional</i>	0	0	0	0	99	99
<i>p. Permanent camp Campement permanent Camping permanente</i>	0	0	0	0	99	99
<i>q. Hunting and catching Chasse et trappe Caza</i>	0	0	0	0	99	99
<i>r. Climbing Escalade Escalada</i>	0	0	0	0	99	99
<i>s. Others Autres Otros :</i>	99		99	99	99	99
<i>t. Others Autres Otros :</i>	99		99	99	99	99
C. Winter Hivernales de Invierno (EGSL & NI only seulement solamente)						
<i>u. Snowmobile Motoneige</i>	0	0	0	0	99	99
<i>v. Cross country skiing Ski de fond</i>	0	0	0	0	99	99
<i>w. Snowshoeing Raquette</i>	0	0	0	0	99	99
<i>x. Seacice fishing Pêche blanche en mer</i>	0	0	0	0	99	99
<i>y. Rive ice fishing Pêche blanche en rivière</i>	0	0	0	0	99	99
<i>z. Lake ice fishing Pêche blanche sur lac</i>	0	0	0	0	99	99
<i>aa. Winter hunting and catching Chasse et trappe</i>	0	0	0	0	99	99
<i>Others Autres Otros :</i>	99		99	99	99	99
<i>Others Autres Otros :</i>	99		99	99	99	99

Comments Commentaires Comentarios

F. COASTAL EROSION AND FLOODING

8.9.1 In which proportion coastal erosion and coastal submersion (flooding) affect each the following assets (where you live/in your community)? Dans quelle proportion l'érosion côtière et la submersion côtière affectent-elle les enjeux suivants (où vous vivez/dans votre communauté)?

8.9.2 In which proportion does coastal erosion affect the following assets (where you live/en su municipal)? En quelle proportion l'érosion côtière affecte les éléments suivants (où vous vivez/en su municipal)?

9.2. In which proportion did you lose and/or gain land concerning the following assets? Dans quelle proportion avez-vous perdu et/ou gagné du terrain concernant chacun des éléments suivants? ¿En qué proporciones ha perdido y/o ganado terreno debido a cada uno de los siguientes elementos?

NOTE: FOR COASTAL RESIDENTS: WHERE YOU LIVE / FOR NON-COASTAL RESIDENTS: IN YOUR COMMUNITY

NOTE: POUR LES RÉSIDENTS CÔTIERS : concernant où vous vivez/ POUR LES RÉSIDENTS NON CÔTIERS : dans votre communauté

NOTA: PARA LOS RESIDENTES COTEROS : sobre donde vive/ PARA LOS RESIDENTES NO COTEROS : en su comunidad

	9.1.1 DEGREE AFFECTED BY EROSION	9.1.2 DEGREE AFFECTED BY FLOODING	9.2.1 IMPORTANCE OF LANDLOSS	9.2.2 IMPORTANCE OF LAND GAIN	Comments Commentaires Comentarios
ASSETS ENJEUX ELEMENTOS					
a. Main home Résidence principale <i>Residencia principal</i>	1	0	0	0	LOCATION : mon terrain, perdu un terrain de tennis depuis les années '50s
b. Campsite or shelter Campement <i>Camping/refugio 2^o residencia</i>	0	0	0	0	LOCATION : 99
c. Activities Activités <i>Actividades</i>	0	0	0	0	LOCATION : 99
d. Others Autres Otros :	99	99	99	99	99

10. FOR COASTAL RESIDENTS : If you had any damage, could you give an idea of the monetary amount it represented?

POUR LES PROPRIÉTAIRES CÔTIERS : S'il y a eu des dommages à votre terrain, pourriez-vous donner un ordre de grandeur monétaire de ce que ça a représenté?

PARA LOS DUEÑOS COSTEROS : Si hubo daños a su terreno, ¿puede darme un orden de idea del dinero que representa?

DAMAGES / DOMMAGES / DAÑOS			
	(1) No damages Aucun damage <i>Sin daño</i>	(66) Presence of damages Présence de dommages <i>Presencia de daños</i>	(xx) Amount (economic units) <i>Cantidad (unidades económicas)</i>
		(88) Présence de dommages (99) <i>Presencia de daños</i>	Quantité (unités économiques) <i>Cantidad (unidades económicas)</i>
		I	>50000\$
			\$ \$ \$

What kind of protection? Quel type de protection? ¿Qué tipo protection?

What kind of protection? Quel type de protection? ¿Qué tipo protección?	Construction de 1955 (père de la propriétaire) Du « tout venant » (roches de toutes tailles) 1955's, perdu la plage au pied de l'escalier; pleux mbo début 1980's; autour de fin >1994 enrochement;

Was it effective? Était-ce efficace? ¿Efectivo?

Has it affected your home insurance? Est-ce que ça a affecté votre assurance habitation? ¿Afectado seguros?

Has it affected the land value? Est-ce que ça a affecté la valeur du terrain? ¿Afectado el valor del terreno?

Comments Commentaires Commentaires

TEMPORAL OCCURENCE / OCCURENCE TEMPORELLE / OCURENCIA TEMPORAL									
11. If there is erosion or flooding, during which period(s) of the year are they in activity? S'il y a de l'érosion ou de l'inondation côtière, à quelle(s) période(s) de l'année sont-elle en activité? Si hay erosión o inundación costera. ¿durante aue periodo del año se produce?									
11.1 Has it changed over the years? Constatez un changement saisonnier dans ces phénomènes? ¿Nota cualquier cambio estacional en estos dos fenómenos?									
11.1 COASTAL EROSION					11.2 COASTAL FLOODING				
SEASONS SAISONS ESTACIONES		(1) Yes Oui Sí	(0) No Non No	(66) (88) (99)	(1) Yes Oui Sí	(0) No Non No	(66) (88) (99)	Comments Commentaires Comentarios	
a. Summer (June-August) Été (juin-août) Verano (junio-agosto)			0			0		99	
b. Autumn/Fall (September-November) Automne (septembre-novembre) Otoño (septiembre-noviembre)			1			1		99	
c. Winter (December-February) Hiver (décembre-février) Invierno (diciembre-febrero)			1			1		Grandes marées d'automne	
d. Spring (March-May) Printemps (mars-mai) Primavera (marzo-mayo)			1			0		99	

Comments Commentaires Commentaires

12. In your opinion, is there a relationship between coastal erosion and climate change ?				
Selon vous, existe-t-il un lien entre l'érosion côtière et les changements climatiques ?				
En su opinión, ¿hay una relación entre la erosión costera y el cambio climático?				
(1) Yes Oui Sí	(0) No Non No	1		

12.1. If yes, what is this link? Si oui, quel est ce lien? Si sí, ¿cuál es esta relación?	
Ça doit parce que la pluie comme ça , je n'en avais jamais vu avant; dans les montagnes, les arbres ont tendance à se pencher vers la mer;	

13. What are in your opinion the cause(s) that encourage coastal erosion? Quelles sont, selon vous, la ou les cause(s) qui favorisent l'érosion côtière ? En su opinión, ¿cuáles son la o las causa(s) que favorecen la erosión costera?												
CAUSES / CAUSES / CAUSAS												
		(1) Yes Oui Sí	(0) No Non No	(66) (88) (99)	Comments Commentaires Comentarios							
a.	Storm waves Vagues de tempête Olas de temporal		1		99							
b.	Sea level Niveau de la mer Nivel del mar		1		99							
c.	*Variability in coastal ice Changement de la glace côtière Cambio en el hielo costero		0		99							
d.	Human intervention or activity (Precise what) Interventions ou activités humaines (Précisez) Intervención o actividad humana (Precisar)		1		Plétinement au printemps;							
e.	Diluvian rain (Very strong rain) Fortes pluies Episodios de lluvia intensa		1		99							
f.	Underground water Eau souterraine Agua subterránea		1		Ils ne veulent plus nous assurer depuis le dégât d'eau							
g.	Rivers and streams Rivières et ruisseaux Ríos y arroyos		1		99							
h.	Wind Vent Viento		1		99							
i.	*Freeze-Thaw cycles Gel-dégel Hielo-Deshielo		1		Quand la neige fond							
j.	Climate warming Rechauffement climatique Calentamiento climático		1		Surtout par la pluie							
k.	Others Autres Otros : type de côte: glaise ou plus solide		99		99							
l.	Others Autres Otros :		99		99							

G. ADAPTATION SOLUTIONS AND GOVERNANCE / SOLUTIONS D'ADAPTATION ET GOUVERNANCE / SOLUCIONES DE ADAPTACIÓN Y GOBERNANCIA		
14. Did you or the owner or town hall/city council have taken any action for counteract the impacts of natural coastal phenomena? Avez-vous (ou votre propriétaire ou votre municipalité) déjà entrepris certaines actions pour contrer les impacts des phénomènes naturels? ¿Ha empezado (usted, el propietario o el ayuntamiento) acciones para contrer los impactos de los fenómenos naturales?		
If yes... Si oui... Si sí...		
15.1	Which ones	Lesquelles ?
15.2	Who did it?	Qui l'a fait ?
15.3	Have these actions been efficient?	Est-ce que ces actions ont été efficaces ?
15.4	Would you do repeat these actions?	Est-ce que vous referiez ces mêmes actions ?
15.5 PREFERENCE FOR SOLUTIONS / PREFERENCIAS PARA LAS SOLUCIONES		
What solutions do you favour for counteracting the impacts of natural phenomena? Quelles solutions préconiserez-vous pour contrer les impacts des phénomènes naturels ? ¿Qué soluciones prefieren para contrer los impactos de los fenómenos naturales?		

**SEE NEXT PAGE FOR TABLE OF ANSWERS

FOR COASTAL RESIDENTS: WHERE YOU LIVE / FOR NON-COASTAL RESIDENTS: IN YOUR COMMUNITY POUR LES RÉSIDENTS CÔTIERS : CONCERNANT OÙ VOUS VIVEZ/ POUR LES RÉSIDENTS NON CÔTIERS : DANS VOTRE COMMUNAUTÉ PARA LOS RESIDENTES COTEROS : SOBRE DONDE VIVE/ PARA LOS RESIDENTES NO COSTEROS : EN SU MUNICIPIO									
ACTIONS / ACCIONES									
	15.1 BEEN DONE A ÉTÉ FAIT HUBO HECHO			15.2 WHO? QUI? ¿QUIEN?			15.3 EFFICIENT? EFFICACITÉ? ¿EFICACIA?		
	(1) Yes Oui Sí	(0) No Non No		(1) Yes Oui Sí	(0) No Non No		(1) Yes Oui Sí	(0) No Non No	
a. Move house Déplacement de la résidence <i>Cambiar de casa</i>									LOCATION : A Maria, ils ont fourni de l'argent pour déménager les maisons, certains n'ont pas voulu, alors ils sont responsable; À Carleton, ils ont bloqué le projet sur le banc du quai
b. Move other kind of buildings Déplacement d'autre(s) bâtiment(s) <i>Cambiar otros edificios</i>	0			99	99		99	0	99
c. Rip-rap (big rocks wall) Enrochement <i>Rompeolas/revestimientos de piedras</i>	1		propriétaire		1		1	1	Comme pour le chemin de fer, ça fonctionne
d. Dykes Digue <i>Dique</i>	0		99		99		99	0	99
e. Angled linear structures (spike) Epis <i>Espigón</i>	0		99		99		99	0	99
f. Beach nourishment Recharge en sable <i>Regeneración de playa</i>	0		99		99		99	0	99
g. Dune nourishment Restauration des dunes <i>Restauración de dunas</i>	0		99		99		99	0	99
h. Seawall Muret <i>Rompeolas (pared vertical)</i>	1		propriétaire		1		1	1	99
i. Plant vegetation Plantation de végétaux <i>Plantar vegetación</i>	0		99		99		99	0	99
j. Behavior modification Modification des comportements <i>Modificación del comportamiento</i>	0		99		99		99	0	99
k. Information campaign to "sensibilize" Sensibilisation-vulgarisation <i>Campañas de sensibilización</i>	0		99		99		99	1	99
l. Better identification of natural hazards risky zones Meilleur zonage des risques naturels <i>Mejor identificación y zonación de los riesgos naturales</i>	1		Municipalité de Maria		On verra		On verra	1	A Maria, ils ont fourni de l'argent pour déménager les maisons; certains n'ont pas voulu, alors ils sont responsable; À Carleton, ils ont bloqué le projet sur le banc du quai
m. Better laws and rules Meilleure réglementation et lois <i>Mejora de las normas legales</i>	1		Municipalité		1		1	1	99
n. Creation of a "coastal committee" Création d'un « comité côtier » <i>Creación de un "comité costero"</i>	66		99		99		99	1	Pascal Alain, historien, il veut conserver le bateau
o. Do nothing Ne rien faire <i>No hacer nada</i>	0		99		99		99	0	99
p. Others Autres <i>Otros</i>	99		99		99		99	99	99

Comments Commentaires *Comentarios*

UTILITY OF LANDUSE MANAGEMENT / UTILITÉ DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE / UTILIDAD DE LA GESTION DEL TERRITORIO				
15. In your opinion, are land-use management and legal rules appropriate for limiting the impacts of natural phenomena over your territory? Selon vous, l'aménagement du territoire et la réglementation sont-ils adéquats pour limiter les impacts des phénomènes naturels sur votre territoire ? <i>En su opinión, ¿la gestión del territorio y las reglas actuales son adecuadas para limitar los impactos de los fenómenos naturales sobre su territorio?</i>				
(1) Yes Oui Sí	(0) No Non No	(66) (88) (99)	Comments Commentaires Comentarios 99	
		0		

IMPROVEMENTS / AMÉLIORATIONS / MEJORAR

15.1 In your opinion, what could improve their efficiency? / Comments
D'après vous, quelles mesures permettraient d'en améliorer l'efficacité ? / Commentaires
En su opinión, ¿qué podría aumentar su eficacia? / Comentarios

ils sont alertés, ça je suis certaine; les jeunes sont plus au courant; former une équipe de premier secours; il faudrait protéger ceux qui sont déjà là, être plus en contact avec les propriétaires;

16. UTILIDAD DE LA GESTION DEL TERRITORIO (ESPAÑA ONLY) <i>Usted conoce al agenda 21 de Chipiona?</i>				
(1) Yes Oui Sí	(0) No Non No	(66) (88) (99)	Comments Commentaires Comentarios 99	
		99		

WHO SHOULD DO IT THEN? / QUI DEVRAIT LE FAIRE ALORS ? / ENTONCES, ¿QUIÉN DEBERÍA HACERLO ?

17.1 In your opinion, do the following actors should participate to the identification of solutions for adaptation to natural phenomena and to climate change?
Selon vous, les acteurs suivants devraient-ils être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation aux phénomènes naturels et aux changements climatiques ?
En su opinión, ¿los siguientes actores deberían participar en la identificación de soluciones para adaptarse a los fenómenos naturales y al cambio climático?

17.2 In your opinion, should the following actors be responsible for the implementation of adaptation strategies and their costs?
Selon vous, les acteurs suivants devraient-ils être responsables de la mise en œuvre des solutions d'adaptation et de leurs coûts ?
En su opinión, ¿los actores siguientes deberían ser responsables para la puesta en acción de la soluciones de adaptación y sus costes?

POTENTIAL ACTORS / ACTEURS POTENTIELS / ACTORES POTENCIALES	17.1 IMPLIED IN IDENTIFICATION OF SOLUTIONS			17.2 RESPONSIBILITY			Comments Commentaires Comentarios
	(1-4) Yes Oui Sí	(66) (88) No No	(66) (88) (99)	(1-4) Yes Oui Sí	(66) (88) No No	(66) (88) (99)	
a. Coastal residents Résidents côtiers Residentes costeros	5			2			99
b. Non-coastal residents Résidents non côtiers Residentes no costeros	1			0			99
c. Citizens outside community Citoyens hors de la communauté Habitantes de fuera del municipio	0			0			99
d. Local gov. Gov. local Gob. local : MRC Municipalité, Ville, Village, Communauté, Community-council, Pueblo-Ciudad/Ayuntamiento	4			0			99
e. Sub-regional gov. Gov. sub-regional Gob. sub-regional : Région administrative/County/Provincia de Cadiz	0			3			Pour la mise en oeuvre seulement
f. Provincial/regional gov. Gov. provincial/regional Gob. regional/provincial : Québec/Northern Ireland/Junta de Andalucía	2			5			Pour le financement
g. National gov. Gov. national Gob. nacional : Canada/UK/España	1			5			Pour le financement
h. Continental comm. Comm. continentale Comm. continental : Amérique du Nord/Communauté européenne/Comm. European	0			0			99
i. International comm. (name it) Comm. internationale (nommer) Com. internacional (llamar la(s))	0			0			99
j. Scientific comm. Comm. scientifique Com. científica (Université, Institut de recherche)	1			0			99
k. Commercial interest Commerces Empresas	0			0			99
l. Industrial interest Industries Industrias	0			0			99
m. Local organization Organismes locaux Organismos locales	1			0			99
Others/Autres/Otros:	99			99			99

17.3 Who should be the leader? Qui devrait être le leader de ce processus? ¿Lider?
Leader = Gouvernements du Québec et du Canada; Décision entre le gouvernement et les propriétaires

17.4 What is the ideal scale/level should it be managed? A quelle échelle/niveau ça devrait être géré? ¿A que escala o nivel?
échelle: tous les propriétaires dans une section / par quartier;

Comments Commentaires Comentarios :

PERCEPTION OF LEVEL OF "ADAPTIVE CAPACITY"				
18. Multiple scientific studies of around the world but also for the area say that the coastal erosion phenomenon will increase within the next century. To what level of preparedness for managing this change do you think that your community is?				
Plusieurs études scientifiques autour du monde que dans votre région ont dit que le phénomène d'érosion côtière allait s'accroître au cours du prochain siècle. À quel niveau de préparation face à ces changements pensez-vous que votre communauté est-elle ?				
Various investigations of the world and also in the area say that the coastal erosion phenomenon will increase within the next century. To what level of preparedness for managing this change do you think that your community is?				
(0) Not prepared at all Pas du tout préparé No preparado	(1) A little prepared Un peu préparé Un poco preparado	(2) Very prepared Très préparé Muy preparado	(3) Totally prepared Complètement préparé Completamente preparado	(66) (88) (99)
1 Comments Commentaires Commentaires				

IMPORTANCE OF ADAPTIVE CAPACITY FOR THE COMMUNITY				
19. How important for your community is such preparation? Quelle importance accordez-vous à cette préparation pour votre communauté? ¿Qué importancia tiene para su municipio a esta preparación?				
(0) Not important at all Aucune importance No importa	(1) A little importance Un peu important Importa	(2) Very important Très important Muy importante	(3) Totally vital Complètement vital Vital/Crucial	(66) (88) (99)
2 Comments Commentaires Commentaires				

TEMPORAL EVOLUTION OF "ADAPTIVE CAPACITY"				
20. How do you think that level of preparedness has evolved since the generation of your parents, was it then inferior, equal or superior than today? In a perfect world, how do you think it should evolve by the next generation, should it become inferior, equal or superior than today?				
Comment pensez-vous que ce niveau de préparation a évolué depuis la génération de vos parents: est-ce alors inférieur, égal ou supérieur à aujourd'hui ? Comment pensez-vous, dans un monde idéal que ça devrait évoluer d'ici la prochaine génération, est-ce que ça devrait être inférieur, égal ou supérieur à aujourd'hui ?				
¿Cómo piensa que este nivel de preparación ha evolucionado desde la generación de sus padres, en este tiempo, era inferior, igual o superior a hoy? En un mundo perfecto, ¿cómo piensa que debería evolucionar hacia la próxima generación, debería ser inferior, igual o superior a hoy?				
20.1 PARENT'S GENERATIONS				
(-1) Inferior Inferior	(0) Equal Egal Igual	(1) Superior Superior	(66) (88) (99)	(-1) Inferior Inferior
1				(1) Superior Superior
20.2 NEXT GENERATION				
1				(66) (88) (99)
Comments Commentaires Commentaires				

PERCEPTION OF IMPORTANCE OF MANAGING IN A SUSTAINABLE WAY

21. Are you familiar with the principles of sustainable management? Connaissez-vous les principes de développement durable? *¿Sabe qué son los principios del desarrollo sostenible?*
(1) Yes ☒ *Oui* *Sí* (2) No ☐ *No* *No*

21.1. If yes, how important do you think it is to include sustainability principles into management of your community? Quelle est l'importance selon vous d'inclure ces principes dans la gestion de votre communauté? *En su opinión, ¿cuál es la importancia de incluir estos principios en la gestión de su municipio?*
(0) Not important at all ☐ (1) A little important ☐ (2) Very important ☐ (3) Totally important ☐ (66) (88) (99)
No importa *Un peu important* *Très important* *Complètement important* *Importantísimo*

3

Comments Commentaires Comentarios

"This was the last question before the mapping exercise, for which I have to switch programs. Would you have anything to add to what we said up to now? Before moving on to the mapping exercise, I have a few quick questions of identification (part A), that will help analyze the results. Again, you don't have to answer but it would help me alot and it remains confidential."

C'était la dernière question avant l'exercice de cartographie, pour lequel je dois changer de programme. Avez-vous quelque chose à ajouter jusqu'à maintenant? Avant de faire l'exercice de cartographie, j'ai quelques questions rapides d'identification (partie A), qui m'aideront à analyser les résultats. Encore une fois, vous n'êtes pas obligés de répondre mais ça m'aiderait beaucoup à analyser les résultats et ça restera confidentiel."

"Esta era la última pregunta antes de la consulta del mapa, para el cual tengo que cambiar de programa. ¿Usted tiene algo que añadir sobre lo que hemos hablado hasta ahora? Antes de la consulta del mapa, tengo unas preguntas muy cortas de identificación que van ayudarme a analizar los resultados. Dichas respuestas serán totalmente confidenciales"

22. Do you have anything to add? Avez-vous quelque chose à ajouter? *¿Tiene algo más que añadir?*

99

ANNEXE C –
LETTRE AUX RÉSIDENTS CÔTIERS
EN FRANÇAIS, ANGLAIS ET ESPAGNOL



Carleton et Maria, 4 novembre, 2011.

Aux occupant(e)(s)/propriétaire(s)

Objet : Demande d'entrevue pour un projet sur la gestion de la zone côtière de la MRC d'Avignon (Carleton-Maria)

Madame, Monsieur,

Je vous écris aujourd'hui parce que j'ai noté que vous vivez près de la côte à Maria ou Carleton. J'aimerais savoir s'il était possible de se rencontrer (pour environ une heure) au cours des prochaines semaines à propos de l'érosion et l'inondation côtières, et leur future gestion.

Mon nom est Ursule Boyer-Villemare et je suis candidate au doctorat à l'université du Québec à Rimouski. Je mène présentement une recherche sur ce sujet dans la MRC d'Avignon (surtout Maria et Carleton). Je veux aussi comparer la situation d'ici avec celle des côtes de l'Irlande du Nord et du Sud de l'Espagne (Cadiz), qui sont similaires mais qui se situent sous des climats plus chauds.

Certaines études ont suggéré que l'érosion, l'inondation et les événements extrêmes vont augmenter au cours du siècle prochain. Dans l'Est du Canada, ce processus aurait déjà commencé. Comme vous êtes un témoin de premier plan de l'activité côtière, je désire vérifier avec vous si vous avez observé des changements. Même si vous n'avez rien noté de particulier, cela est également une réponse significative. Votre participation en tant que citoyen clé contribuerait grandement à la qualité du projet et assurerait une représentation de la voix citoyenne.

En cette époque de mise à jour de nos modes de gestion de ces risques potentiels, je pense qu'il est vital d'inclure l'opinion des citoyens dans le processus, particulièrement ceux qui vivent comme vous directement sur la côte. Seriez-vous disponible pour une entrevue ? Je serai dans la région de Maria-Carleton jusqu'à la fin novembre et mon horaire est très flexible.

Si vous avez des questions, n'hésitez pas à me contacter. Si vous avez accès à l'internet, vous pouvez en savoir plus à propos du projet en visitant mon blogue : <http://interclimatecoastalvulnerability.blogspot.com/p/accueil.html>

J'attends de vos nouvelles. Au plaisir de vous rencontrer,

Ursule Boyer-Villemare

ursulebv@yahoo.ca
+1 (581) 886-3071



Source: UBV, 2010



Kilkeel, August 8th, 2010.

To the occupier(s)/owner(s)

Object: Interview Request for a Project on the Coastal Zone Management of the Mournes

Dear Sir/Madam,

I am writing to you today because I noticed that you live by the coast in the Mourne area. My name is Ursule Boyer-Villemare and I am a visiting Ph.D. student from Québec, Canada. I am presently conducting a research in the Mourne area (Warrenpoint to Ballykinler) about the coastal erosion and flooding, and their future management. At this early stage of adapting our management schemes to this potential risk, I think that it is vital to include citizen's opinion in the process, especially those living by the coast that are highly concerned, like you. I am therefore writing to you today about the possibility of an interview with you.

The context is that some studies have suggested that erosion and flooding will increase within the next century. In Eastern Canada, this process has already started and we wish to compare with similar coasts evolving under warmer climates, like Mourne area and South of Spain (Cadiz). As you live by the coast, you then might have notice undergoing changes and I would like to know more about it. In the event that you would not have observed any change, this would also be a precious answer to me. Your participation to the project as a key citizen would greatly contribute to the quality of the project. Thus, I would like to know if it would be possible to arrange a meeting (about an hour) within the next weeks. I will be in the Mourne area until the end of August and my schedule is pretty flexible (except from August 15-20). When would you be available?

If you have any other question, do not hesitate to contact me. If you want to quickly know more about the project, here is an attached article that was published in the Mourne Observer last July 28th (p.11).

I am looking forward to hear from you,

Best regards,

Ursule Boyer Villemare

ursulebv@yahoo.ca
+44(0)7561 877 515



Source: UBV, 2009

UQAR

Capture

University of
ULSTER



Cádiz, 16 de noviembre, 2010.

A la atención de lo(a)s ocupante(s) / propietario(a)(s)

Objeto: Demanda de entrevista para un proyecto sobre la gestión de la zona costera de Chipiona

Estimado (a) Señor/Señora,

Le escribo como vecino de la costa del municipio de Chipiona. Me llamo Ursule Boyer-Villemaire y soy estudiante canadiense de doctorado visitante, en colaboración con la Universidad de Cádiz. Estoy investigando la problemática de la erosión y la inundación costeras, y sus gestión en el futuro en la costa de Chipiona. A nivel de integración en el manejo de estos riesgos potenciales, pienso que es vital incluir la opinión de los residentes sobre cuáles son las mejores acciones de protección costera y de quien es la responsabilidad de ponerlas en marcha. Especialmente, aquellos que viven cerca de la costa, como es su caso, tienen un punto de vista privilegiado sobre la evolución de la misma. Es por ello que le escribo para conocer la posibilidad de tener una entrevista con usted.

El contexto es que investigaciones recientes han sugerido que la erosión y la inundación costera van a aumentar en el próximo siglo. En el Este de Canadá, este proceso ya ha empezado y queremos comparar con costas similares que evolucionen en climas más cálidos, como el noroeste de la provincia de Cádiz. Dado que usted vive cerca de la costa, quizás habrá notado cambios progresivos y nos gustaría conocer su opinión. En el caso de que no hubiera notado cambios, también sería una respuesta valiosa. Su participación sería una gran contribución a la mejora de la calidad del proyecto. Por otro lado, le permitiría también sentirse implicado/a en su comunidad. Por todo ello, me gustaría saber si sería posible concertar una entrevista (fecha y hora?) durante las próximas semanas. Estaré en la región de Cádiz-Chipiona hasta mediados de diciembre y mi horario es muy flexible.

Si tiene cualquier pregunta, no dude en ponerse en contacto con migo. Si usted desea saber más sobre el proyecto, puede visitar la página web siguiente:

<http://interclimatecoastalvulnerability.blogspot.com/>

Esperando tener de sus noticias,

Saludos,

Ursule Boyer Villemaire

ursulebv@yahoo.ca

+34 633 692 116



Islas-de-la-Magdalena, Canadá

ANNEXE D –
FORMULAIRES DE CONSENTEMENT DES RÉSIDENTS
EN FRANÇAIS, ANGLAIS ET ESPAGNOL



Formulaire de consentement pour les résidents

Titre de la recherche: *Une approche fonctionnelle durable de la sensibilité et de la vulnérabilité côtières de l'éco-socio-système aux aléas côtiers: les côtes du Québec (Canada), de l'Irlande du Nord et de Cádiz (Espagne)*

Chercheur: Ursule Boyer-Villemaire, Université du Québec à Rimouski
Candidate de doctorat en Sciences de l'environnement
300, allée des Ursulines
Rimouski, Québec, Canada, G5L 3A1
Téléphone : +1-418-723-1986 (1364) ou +34-956-016447 ou +44 28 70324429
ursule.boyer-villemaire@uqar.qc.ca

Directeurs: Pascal Bernatchez, Université du Québec à Rimouski, Géographie (Canada)
Javier Benavente, Universidad de Cádiz, Ciencias del Mar (Spain)
Andrew Cooper, Ulster University, Environmental Sciences (Northern Ireland)

1. INFORMATION POUR LES PARTICIPANTS

i. Objectifs de la recherche

Cette partie de mon étude s'intéresse à mesurer la vulnérabilité côtière aux changements climatiques, au rehaussement du niveau marin et aux aléas côtiers, et à les comparer dans divers pays (Canada, Irlande du Nord et Espagne). Le concept de vulnérabilité comprend la mesure des impacts indirects des changements climatiques et des stratégies d'adaptation. Il est aussi important d'intégrer l'opinion des résidents dans l'idée d'une bonne gestion de la zone côtière et pour éviter les conflits entre les usagers de la côte.

ii. Participer à ce projet de recherche

Dans ce projet de recherche, vous aurez à compléter le sondage suivant avec un(e) de nos représentant(e)s. La durée est d'environ 45 minutes; votre participation reste volontaire; vous n'avez pas l'obligation de répondre à toutes les questions. Les principaux sujets abordés sont les suivants: l'érosion, ses causes et effets, les mesures de protection, les perceptions et les changements climatiques.

Il y a aussi un exercice de cartographie pour nous aider à identifier les activités et valeurs de la côte. Si vous êtes propriétaire côtier, il est possible que nous vous demander d'accéder à la

côte en passant par votre terrain pour prendre des photos et quelques mesures spéciales.

iii. Confidentialité et diffusion d'information

Le groupe d'étude (autant le chercheur principal que ses représentant(e)s) garanti la confidentialité de toutes les informations que vous nous communiquez. Seuls les membres du groupe de recherche auront accès aux informations. L'entretien ne sera pas enregistré. Un ordinateur pourrait être utilisé en direct pour numériser les données. Néanmoins, le processus de numérisation ne permettra pas de vous identifier. Les papiers originaux seront conservés sous clé dans le bureau du groupe de recherche au Québec, CANADA. Au moment de diffuser les résultats, nous promettons de ne pas faire circuler toute information permettant d'aider à vous identifier.

La diffusion des résultats se fera auprès des bibliothèques, bureaux municipaux, régionaux, provinciaux et nationaux, et auprès d'organismes environnementaux. La diffusion sera sous forme de bulletins et de réunions publiques. Ces résultats constitueront aussi une base pour des articles et présentations scientifiques. Les bulletins seront disponibles si vous le réclamez.

iv. Avantages, risques et désavantages

D'un point de vue individuel, participer à cette recherche vous permettra de réfléchir sur la réalité de votre communauté et de vous sentir impliqué dans son fonctionnement. Plus généralement, votre participation nous permettra de mieux comprendre les forces, limites et enjeux auxquels les populations côtières font face, et de comparer les différentes réalités entre les sites mentionnés ci-haut. Aucune rémunération ou compensation d'aucune sorte n'est associée à votre participation. Participer à cette recherche ne présente pas de risque ou de désavantage. Votre participation suppose seulement que vous passer

un peu de temps en compagnie du/de la représentant(e) du groupe de recherche.

v. Droit de retrait

Votre participation reste complètement volontaire. Vous pouvez vous retirer à n'importe quel moment par une annonce verbale, sans préjudice et sans avoir à justifier votre décision. Si vous décidez de vous retirer, vous pouvez communiquer avec le/la représentant(e) par téléphone au numéro mentionné ci-bas. Si vous le décidez ainsi, les données récoltées lors de votre entretien seront détruites.

3. CONSENTEMENT

Je déclare que j'ai lu les informations ci-haut, obtenu des réponses à mes questions sur ma participation et compris l'objectif, la nature, les avantages, risques et désavantages de participer à cette recherche.

Après avoir réfléchi durant un temps raisonnable, je consens librement à participer à cette recherche. Je sais que je peux me retirer à n'importe quel moment sans préjudice et sans avoir à justifier ma décision.

PARTICIPANT(E)

Signature _____ Date _____

Prénom _____ Nom _____

Je déclare avoir exposé l'objectif, la nature, les avantages, risques et désavantages de participer à cette recherche, et d'avoir répondu aux questions au meilleur de mon savoir.

CHERCHEUR(E) OU REPRÉSENTANT(E)

Signature _____ Date _____

Prénom _____ Nom _____

Pour toute information reliée à cette recherche, ou pour se retirer, vous pouvez communiquer avec:
 Ursule Boyer-Villemare, (Ph.D. candidate)
 Téléphone: +1(418) 723-1988 (1364) ou +34-956-016447 ou +44 28 70324429
 Courriel: Ursule.boyer-villemare@uqar.qc.ca



Agreement form for citizens

Research title: *A Functional Sustainable Approach to the Sensitivity and Vulnerability of the Coastal Ecological and Socio-Economical System to Geohazards and Anthropohazards: Quebec (Canada), Northern Ireland and Spain Coasts*

Researcher: Ursule Boyer-Villemare, Université du Québec à Rimouski
Ph.D. candidate in Environmental Sciences
300, allée des Ursulines
Rimouski, Québec, Canada, G5L 3A1
Phone : +1-418-723-1988 (1364) or +34-956-016447 or +44 28 70324429
ursule.boyer-villemare@uqar.qc.ca

Advisors: Pascal Bernatchez, Université du Québec à Rimouski, Géographie (Canada)
Javier Benavente, Universidad de Cádiz, Ciencias del Mar (Spain)
Andrew Cooper, Ulster University, Environmental Sciences (Northern Ireland)

1. INFORMATION TO PARTICIPANTS

i. Objectives of the research

This part of my research project is about measuring the coastal vulnerability to climate change, sea-level rise and coastal hazards, and compare it in various countries (Canada, Northern Ireland and Spain). The concept of vulnerability comprises measuring the impacts of climate change and the adaptation strategies. It is important to integrate peoples' opinion to better manage the coastal zone and prevent user's conflicts.

ii. Participating to the research

In this study, you will have to complete the following survey with one of the representatives. It is about 45-minutes long; your participation remain on a voluntary basis; you do not have the obligation to answer all questions. The principal themes invoked are the following: erosion, causes and effects, measures of protection and actions, perceptions and climate change. There is also a mapping exercise to help identify the activities you practice on the coast. If you are a coastal landowner, we might ask to access the

coast by crossing your land to take pictures of the coast and for spatial referencing measurements.

iii. Confidentiality & diffusion of information

The study group (leader and representatives) guarantees the confidentiality of all information you communicate to us. Only the members of the study group will access the information. The interview will not be recorded. A computer might be used in live to digitalize the data. However, the process to digitalize will not allow identifying you. The original papers will be conserved under key lock at the study group office in Québec, CANADA. At the moment of diffusion of the results of this study, we promise not to provide any information that would allow identifying you.

The diffusion of the results will be in municipal libraries and offices, and in regional, provincial, State governmental bodies and certain environmental organizations. The support to diffusion will be reports and public meetings. The results will also consist a basis for scientific papers and speeches. The reports will be available upon demand.

iv. Advantages, risks and disadvantages

Individually, your participation will allow you to think over the reality of your environment and feel involved with it. More generally, your participation will allow us to better understand the forces, constraints and stakes that the coastal populations are facing, and to compare the various realities between the abovementioned locations. No remuneration or compensation of any type is associated to your participation. By participating to this research, you are not submitted to any particular risk or inconvenient, your participation only implies that you spend a

certain time with the representative of the study group.

v. Right of withdrawal

Your participation remains entirely voluntary. You are free to withdraw at any time by a verbal notice, without prejudice and without justifying your decision. If you decide to do so, you can communicate with the searcher at the phone number mentioned below. If you decide to do so, the data collected during your interview will be destructed.

3. CONSENT

I declare to have read the information above, have obtained answers to my questions about my participation and understood the goal, nature, advantage, risk and inconvenient to participating to this research.

After thinking over it for a reasonable time, I freely consent to take part to this research. I know that I can withdraw at any time without prejudice without justifying my decision

PARTICIPANT

Signature _____ Date _____

Name _____ First name _____

I declare having exposed the goal, nature, advantage, risk and inconvenient to participating to this research and having answered at the better of my knowledge to the questions.

RESEARCHER OR REPRESENTATIVE

Signature _____ Date _____

Name _____ First name _____

Inter-climate Coastal Vulnerability Project

www.interclimatecoastalvulnerability.blogspot.com

For any question related to this research or to withdraw, you can communicate with

Ursule Boyer-Villemare, (Ph.D. candidate)

At the following number : +1(418) 723-1986 (1364) or +34-956-016447 or +44 28 70324429

Or at the following email address: Ursule.boyer-villemare@uqar.qc.ca



Formulario de consentimiento para residentes

Título de la investigación: *Un enfoque funcional sostenible de las sensibilidad y vulnerabilidad del sistema ecológico y socio-económico costero a los peligros naturales : costas del Québec (Canada), de Irlanda del Norte y de Cádiz (España)*

Investigadora: Ursule Boyer-Villemare, Université du Québec à Rimouski
Ph.D. candidata en Ciencias Ambientales
300, allée des Ursulines
Rimouski, Québec, Canada, G5L 3A1
Teléfono : +1-418-723-1986 (1364) o +34-956-016447 +44 28 70324429
ursule.boyer-villemare@uqar.qc.ca

Directores: Pascal Bernatchez, Université du Québec à Rimouski, Géographie (Canada)
Javier Benavente, Universidad de Cádiz, Ciencias del Mar (Spain)
Andrew Cooper, Ulster University, Environmental Sciences (Northern Ireland)

1. INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES

i. Objetivos de la investigación

Esta parte de mi investigación se interesa a medir la vulnerabilidad costera a los cambios climáticos, a la elevación del nivel del mar y a los peligros costeros, y compararlos en varios países (Canadá, Irlanda del Norte y España). El concepto de vulnerabilidad comprende medir los impactos del cambio climático y las estrategias de adaptación. Es importante de integrar las opiniones de residentes para un buen manejo de la zona costera y evitar los conflictos entre usuarios de la costa.

ii. Participar en este proyecto de investigación

En este proyecto de investigación, se habrá que completar el sondeo siguiente con uno/una de nuestros representantes. Durará acerca de 45 minutos; su participación será voluntaria; no tiene la obligación de responder a todas las preguntas. Los temas principales a tratar son los siguientes: erosión y sus causas, y efectos, medidas de protección, percepciones y cambio climático.

Hay también una consulta cartográfica para ayudarnos a identificar las actividades practicadas en la costa. Si la persona es un propietario/a costero/a, es posible que

solicitemos acceder a la costa para sacar fotos de la misma.

iii. Confidencialidad y difusión de información

El grupo de estudio (líder y representantes) garantiza la **confidencialidad de todas las informaciones** recogidas. Solo los miembros del grupo de estudio tendrán acceso a las mismas. La entrevista no será grabada. Un ordenar podrá ser utilizado para digitalizar los datos. Sin embargo, el proceso de digitalización no permitirá la identificación de los participantes. Los papeles originales estarán custodiados en la oficina del grupo de estudio en Québec, CANADA. En el momento de difusión de los resultados, se **garantiza no difundir información que pudiera ayudar a la identificación.**

La difusión de los resultados estará en bibliotecas, oficinas municipales, regionales, provinciales y nacionales, y organizaciones ambientales. La difusión se hará a través de boletines y reuniones públicas. Estos resultados serán también una base para artículos y presentaciones científicas. Los boletines estarán disponibles para toda persona que lo reclame.

iv. Ventajas, riesgos y desventajas

Individualmente, su participación le permitirá reflejar la realidad de su comunidad y sentirse implicado/a en ella. Más generalmente, su participación nos permitirá entender correctamente las fuerzas, limitaciones, y retos a los que las poblaciones costeras se enfrentan, y comparar las diferentes realidades entre los diferentes lugares estudiados. Su participación no está sujeta a ningún tipo de remuneración o compensación de cualquier tipo. Participar en esta investigación no presenta ningún tipo de riesgo o desventaja. Su participación solamente

supondrá dedicar parte de su tiempo a el/la representante del grupo de estudio.

v. Participación

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse en cualquier momento simplemente con una notificación verbal, sin prejuicio y sin tener que justificar su decisión. Si decide retirarse, puede comunicarlo con el representante vía telefónica al número que aparece arriba. Si así lo decide, los datos recogidos durante la entrevista serán destruidos.

3. CONSENTIMIENTO

Declaro que he leído las informaciones arriba expuestas, comprendiendo las implicaciones de mi participación y entendiendo el objetivo, la naturaleza, las ventajas, desventajas y riesgos de mi participación en esta investigación.

Por tanto, libremente decido participar en esta investigación.

PARTICIPANTE

Firma _____ Fecha _____

Nombre _____ Apellido _____

Declaro haber expuesto el objetivo, la naturaleza, las ventajas, desventajas y riesgos de participar en esta investigación y haber respondido a las preguntas formuladas.

INVESTIGADOR/A O REPRESENTANTE

Firma _____ Fecha _____

Nombre _____ Apellido _____

Para cualquier pregunta relacionada a esta investigación, o para retirarse, puede comunicar a:
 Ursule Boyer-Villemare, (Ph.D. candidata)
 Teléfono: +1(418) 723-1986 (1364) o +34-956-016447 o +44 28 70324429
 Correo electrónico: Ursule.boyer-villemare@uqar.qc.ca

ANNEXE E – CERTIFICAT D'ÉTHIQUE ÉTUDIANT



CERTIFICAT D'ÉTHIQUE ÉTUDIANT

Titulaire (s) du projet :	Ursule Boyer-Villemare
Nom du programme :	Doctorat en sciences de l'environnement
Nom du directeur :	Pascal Bernatchez
Titre du projet :	A Functional sustainable approach to the sensitivity and vulnerability of the coastal ecological and socio-economical system to geohazards and anthropohazards : Quebec (Canada), Northern Ireland and Spain coasts
Organisme subventionnaire ou autre (s'il y a lieu) :	CRSNG, FQRNT, UQAR-MELS, CEN-FQRNT, Chaire de recherche en géoscience côtière, Collaborateurs internationaux
Titre du cours (s'il y a lieu) :	---

Le CÉR de l'Université du Québec à Rimouski certifie, conjointement avec le titulaire du certificat, que les êtres humains, sujets d'expérimentation, pour ce projet seront traités conformément aux principes de l'**Énoncé de politique des trois Conseils** : Éthique de la recherche avec des êtres humains ainsi que les normes et principes en vigueur de la Politique d'éthique avec les êtres humains de l'UQAR (C2-D32).

Réservé au CÉR

N° de certificat :	CÉR-59-297
Période de validité du certificat:	01 juin 2010 au 01 juin 2011
Durée de l'intervention auprès des participants :	Juin 2010 à Mai 2011

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Bruno Leclerc', is written over a horizontal line.

Bruno Leclerc, président du CÉR-UQAR

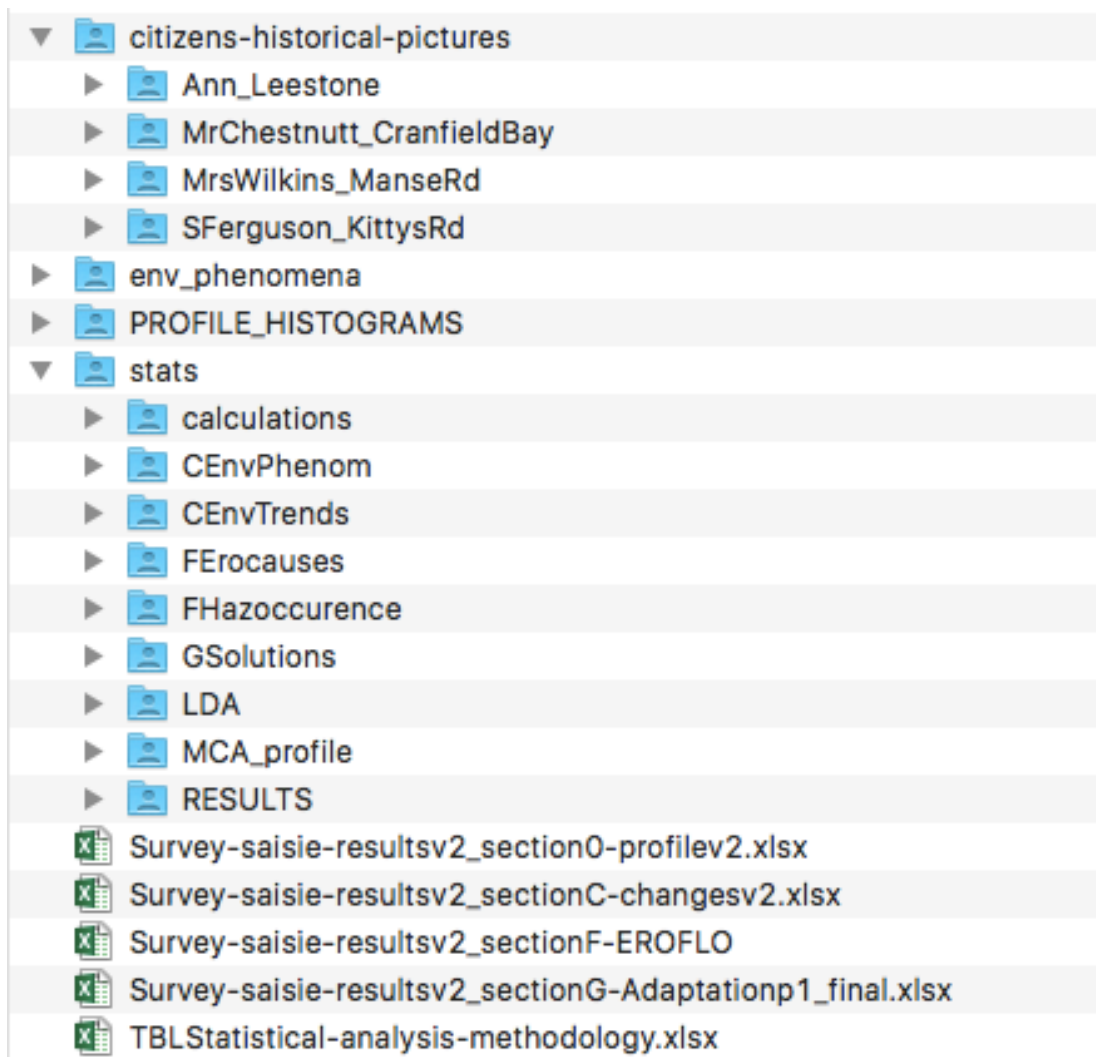
Date de la réunion : 17 mars 2010

Date d'émission : 30 mars 2010

ANNEXE F –
SUPPLÉMENT NUMÉRIQUE RELIÉ À L'ANALYSE DES PERCEPTIONS
DES RISQUES CÔTIERS

Contenu du dossier de l'annexe F :

- Matrices de traitement des données
- Codes R d'analyses statistiques



ANNEXE G –
RÉPONSE DES ÉDITEURS DU
JOURNAL OF GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE

De : GEC <gec@exeter.ac.uk>
Objet : **Your Submission GEC-D-13-00738**
Date : 14 décembre 2013 04:45:27 HNE
À : Ursule Boyer-Villemaire ursule.boyer-villemaire@uqar.qc.ca
Ms. Ref. No.: GEC-D-13-00738

Title: Community functional awareness of environmental changes and hazards:
quantifying perceptions in coastal communities of Canada, UK and Spain

Global Environmental Change

Dear Dr Ursule Boyer-Villemaire,

Thank you for submitting your work to Global Environmental Change. The editors have read your manuscript, but we are unable to process your submission further and send it out for review. Although the work described is very interesting, we do not believe that GEC is the right place for its publication. Case studies of detailed empirical analysis in one or two countries are generally outside the scope of GEC and we only publish such papers where there is a significant and identifiable methodological advance in the area of study. We receive many more papers than we can publish, which means we must decline a substantial proportion of manuscripts without sending them for review.

Thank you for your interest in our journal and we hope you find another outlet for your work.

Yours sincerely,

Neil	Adger	(Co-Editor)
Kate	Brown	(Co-Editor)
Declan Conway (Co-Editor)		

ANNEXE H –
GUIDE D'ENTREVUE SEMI-DIRIGÉE AUPRÈS DES GESTIONNAIRES

Interviews with public actors in Northern Ireland communities Entrevue auprès des acteurs publics des communautés du Saint-Laurent Entrevistas con actores públicos de las comunidades de Andalucía, España	
Date Date Fecha: _____	Time Heure Hora: _____
Transcripitor Transcripoteur Transcriptor: _____ Audio ref. Réf audio Ref. audio: _____	
A. Identification (Optional) / Identification (facultatif) / Identificación (facultativo)	
Name Nom Nombre: _____	
Tel. Tél. Tel.: _____ Mail Courriel Correo elec.: _____	
Community Communauté Comunidad: _____	
Institution Organisme Organismo: _____	
Title Poste Puesto: _____	
Education Niveau d'éducation Nivel de educación: _____	
Yrs in post Années en poste Años en puesto: <1	
B. Preoccupations & stakes / Préoccupations et enjeux / Preocupaciones y apuestas	
1. Name the 3 most important problems that affect the territory/community of : _____ Nommez les trois problèmes les plus importants qui affectent _____ (communauté/territoire). ¿Puede decirme los 3 mayores problemas que afectan la comunidad/el territorio de _____ ?	
1.1 _____	
1.2 _____	
1.3 _____	
Are there any other that you want to mention ? Y en-a-t-il d'autres que vous aimeriez mentionner ? ¿Hay otros que quiere decir?	
1.4. _____	
1.5. _____	
2. Name 3 environmental preoccupations that affect the territory/community of : _____ Nommez trois préoccupations environnementales qui touchent _____ (communauté/territoire). ¿Puede decirme los 3 mejores problemas ambientales que afectan la comunidad/el territorio de _____ ?	
2.1 _____	
2.2 _____	
2.3 _____	
Page 1 de 12	
Questionnaire acteurs publics numéro _____	

C. Perception of environmental changes / Perception des changements environnementaux / Percepción de los cambios ambientales

3. Do you think that environmental changes affect your community/territory?

Croyez-vous que des changements environnementaux affectent _____ (communauté/territoire)?

¿Piensa que cambios ambientales afectan su comunidad/territorio?

Yes Oui ☐ No Non ☐ Don't know NSP No sabe ☐

a. If yes, which ones? Si oui, lesquels? ¿Si sí, cuales?

PRESENCE/PRESENCE/PRESENCIA									
4. Have you observed the following natural phenomena in your territory? If yes, did their frequency has changed?									
Avez-vous observé les phénomènes naturels suivants sur votre territoire? Si oui, leur fréquence a-t-elle changé?									
¿Usted ha visto los siguientes fenómenos naturales? Si sí, ¿su frecuencia ha cambiado (aumentación, disminución)? ¿Dónde? ¿Cuales son la causas según usted?									
NATURAL PHENOMENA PHÉNOMÈNES NATURELS FENÓMENOS NATURALES	4.1 PRESENCE		4.2 FREQUENCY			(66) (88) (99)	Comments Commentaires Comentarios LOCALIZACIÓN Y CAUSAS		
	(1) Yes Oui Sí	(0) No Non No	(1) Increase Augmen- tation Aumen- tación	(-1) Decrease Dimi- nution Disminu- ción	(0) No change Aucun chan- gement Ningun cambio				
a. Coastal erosion/Érosion côtière/Érosión costera (ero)		99		99			99		
b. Coastal flooding/Inondation côtière/Inundación costera (sub)		99		99			99		
c. Storm waves/Vagues de tempête/Oleaje de temporales (v)		99		99			99		
d. Strong rain/Fortes pluies/Lluvia fuerte (p)		99		99			99		
e. River erosion/Érosion de berges de rivière/Érosión fluvial (erof)		99		99			99		
f. River flooding/Inondation fluviale/Inundación fluvial (i)		99		99			99		
g. Winter events (warmer or colder? Dryer or more humid?)/Redoux hivernal/Episodos de invierno (más caliente o frío? ¿Mas humedo o seco?)		99		99			99		
h. *River ice dam Embâcle Retención de río por bloques de hielo		99		99			99		
i. Earthquakes/Séisme/Terremoto		99		99			99		
j. Climate warming (v/n)/Réchauffement climatique (o/n)/Clima más caliente (s/n)		99		99			99		
k. Coastal landslide/Glisement de terrain sur la côte/ Derrumbamiento costero de tierra		99		99			99		

I.	Coastal rock fall/Ecroulement de roches sur la côte/ Derrumbamiento costero de piedras	99	99	99
m.	Others/Autres/Otros: tendencias de verano	99	99	99
CM				

5. DIRECT IMPACTS/IMPACTS DIRECTS/IMPACTOS DIRECTOS				
5.1 Did you notice any change concerning the following coastal items over the territory of your community ? Avez-vous remarqué des changements concernant les items suivants sur le territoire de votre communauté ? <i>Sobre el territorio de su comunidad, ¿ha observado cambios en los elementos siguientes?</i>				
DIRECT COATAL IMPACTS IMPACTS CÔTIERS DIRECTS IMPACTOS COSTEROS DIRECTOS	5. FREQUENCY			
	(1) Increase Augmen- tation Aumen- tación	(-1) Decrease Diminution Disminución	(0) No change Aucun chan- gement Ningún cambio	(66) (88) (99)
a. Beach width/Largeur de la plage/Anchura de playa (la)		99		99
b. Sea level/Niveau de la mer/Nivel del mar (rsi)		99		99
c. River water level/Niveau d'eau de la rivière/Nivel de agua del río (ri)		99		99
d. *Sea ice cover/Couverture de la glace de mer/Cobertura de hielo de mar (sgm)		99		99
e. *River ice cover/Couverture de la glace de rivière/Cobertura de hielo fluvial (sgr)		99		99
f. *Sea ice cover thickness/Epaisseur de la glace de mer/espesor de la cobertura de hielo de mar (egm)		99		99
g. *River ice cover thickness/Epaisseur de la glace de rivière/Espesor de la cobertura de hielo fluvial (egr)		99		99
h. Others/Autres/Otros:		99		99
CM				

Otros cambios que mencionar?

6. What are, in your opinion, the one or multiple cause(s) to those environmental changes?
Quelles sont, selon vous, la ou les causes de ces changements environnementaux ?
¿Cuáles son la o las causas de estos cambios ambientales?

7. What are the impacts of those environmental changes (on development, economy, environment, social, health, traditional activities)?
Quels sont les impacts de ces changements environnementaux (développement, économie, environnement, social, santé, activités traditionnelles) ?
¿Cuáles son los impactos de estos cambios ambientales (desarrollo, economía, medio ambiente, social, salud, actividades tradicionales)?
Edificios y infraestructuras a riesgo de érosion o inundación costera :

Desarrollo
Economía
Medio ambiente :
Social y salud :
Actividades tradicionales :
Otros

8. Does coastal erosion triggers a reorganization of landuse or urban planning?
Est-ce que l'érosion côtière entraîne une réorganisation de l'aménagement du territoire ?
¿La erosión costera lleva una re-organización de la gestión urbana/del territorio?
Yes Oui ☐ No Non ☐ Don't know NSP No sabe ☐
c1. If yes, how? Si oui, comment ? *¿Si sí, como?*

9. In your opinion, is there a relationship between the observed environmental changes and climate change?
Selon vous, existe-t-il un lien entre les changements environnementaux observés et les changements climatiques?
En su opinión, ¿hay una relación entre los cambios ambientales observados y el cambio climático?

Yes Oui ☐ No Non ☐ Don't know NSP No sabe ☐

9.1. If yes, what is this relationship? Si oui, quel est ce lien? Si sí, ¿cual es esta relación?

10. In your opinion, is there any relationship between coastal erosion and climate change?
Selon vous, existe-t-il un lien entre l'érosion côtière et les changements climatiques ?
En su opinión, ¿hay cualquiera relación entre la erosión costera y el cambio climático?

Yes Oui ☐ No Non ☐ Don't know NSP No sabe ☐
b. If yes, what is this relationship? Si oui, quel est ce lien? Si sí, ¿cual es esta relación?

D. Management of natural risk/hazards and CC/ Gestion des aléas naturels et des changements environnementaux / Gestión de los riesgos naturales y de los cambios ambientales

What is the most up-to-date coastal management plan/process ? To what level of application is it ? What is your function into it ?
Does it take into account the natural risk/hazard and climate change ?
Quel sont les plans ou processus les plus à jour de gestion du littoral ? À quel niveau de mise en œuvre en est-il/sont-ils rendus ? Quelle est votre fonction au sein de ce processus/plan ? Est-ce que ça intègre les risques naturels d'aléas et les changements climatiques ?
¿Cual es el plan de gestión de la costa lo mas actual? ¿A qué nivel de aplicación (ponerlo en marcha) está? ¿ Cual es su funcion a usted (suya o de su organismo) en este plan? ¿Este plan incluye los riesgo y peligros natural o los impactos del cambio climático?

12. Do you take into account the natural risk/hazard and climate change in the future development of your community?
 Prenez-vous en compte les risques naturels et les changements climatiques dans le développement futur de votre communauté ?
¿Usted integra los riesgos/peligrosos naturales y el cambio climático en el desarrollo futuro de su comunidad?

Yes Oui ☐ No Non ☐ Don't know NSP No sabe ☐

12.1 If yes, how? Si oui, comment? *¿Si sí, cómo?*

13. About the risk/hazards/natural catastrophes do you think that you have a role to play in their management? What is this role?
 À propos des risques/aléas/catastrophes naturelles, pensez-vous avoir un rôle à jouer dans leur gestion? Quel est ce rôle?
À proposito de los riesgos/peligrosos/catastrofes naturales, ¿piensa tener un rol a jugar (una funcion) en sus gestión? ¿Cuál esta este rol/function?

	Riesgos	Yes Oui <input type="checkbox"/>	No Non <input type="checkbox"/>	Don't know NSP No sabe <input type="checkbox"/>
Cambio climático	Yes Oui <input type="checkbox"/> <td>Yes Oui <input type="checkbox"/> <td>No Non <input type="checkbox"/> <td>Don't know NSP No sabe <input type="checkbox"/> </td></td></td>	Yes Oui <input type="checkbox"/> <td>No Non <input type="checkbox"/> <td>Don't know NSP No sabe <input type="checkbox"/> </td></td>	No Non <input type="checkbox"/> <td>Don't know NSP No sabe <input type="checkbox"/> </td>	Don't know NSP No sabe <input type="checkbox"/>

14. What about the adaptation to the effects of climate change ?
 Et à propos de l'adaptation aux effets des changements climatiques?
¿Y a proposito de la adaptación a los efectos del cambio climático?

15. What is the intervention procedure when there is a catastrophe? Who is responsible for it and what is their role?
 Quelle est la procédure d'intervention quand se produit une catastrophe? Qui est responsable d'agir et quel est leur rôle ?
¿Cuál es el procedimiento de intervención cuando se produce una catastrofe? ¿Quiénes son encargada(s)? Y, ¿cuál son sus funciones?

16. Can you draw a schema of your interrelations with the other organisms implied? Is there a place for the citizens of the coastal zone? Pouvez-vous dessiner un schéma de vos relations avec les autres organismes impliqués? Y a-t-il une place pour les résidents de la zone côtière? ¿Puede dibujar un esquema de sus relaciones con los otros organismos/instituciones implicados? ¿Hay un lugar para los residentes de la zona costera?

17. Are there zonal attribution plans, or regulations about it? Who is responsible for it and what is their task?
Existe-t-il des plans de zonage, des réglementations à propos des risques ou changements environnementaux ? Qui en est responsable et quel est leur rôle ?
¿Existe un plan de atribución zonal y reglas de gestión a proposición de los riesgos o cambios ambientales? ¿Quiénes son los responsables implicados? Y ¿cuál es sus rol?

18. How does the coastal defense management is made in the community? Are there any site where there are soft defense measures like beach nourishment?
Comment se déroule la gestion des structures de défense côtière? Y a-t-il des endroits où des mesures douces de défense (comme la recharge en sable) sont employées?
¿Cómo se pasa la gestión de las estructuras de protección costera? ¿Hay sitios donde hay regeneración de arcilla? De dónde viene el material de regeneración?

D. Perception about adaptation strategies and governance
Perception à l'égard des mesures d'adaptation et de la gouvernance
Percepción sobre las estrategias de adaptación y la gobernanza

19. Did you already started actions to counteract the natural phenomena and climate change that affect your community?
Avez-vous déjà entrepris des actions pour contrer les phénomènes naturels et les changements climatiques qui affectent votre communauté?
¿Usted o su organismo ha empezado acciones para contrar los fenómenos naturales y el cambio climático que afecta su comunidad?
 Yes Oui Sí ☐ No Non No ☐ Don't know NSP No sabe ☐
a. If yes, which ones? Si oui, lesquelles ? ¿Si sí, cuáles?

20. Do you project doing so in the future?
Prévoyez-vous entreprendre des actions pour contrer les phénomènes naturels et les changements climatiques qui affectent votre communauté ?
¿Piensa hacer unas acciones así en el futuro?
 Yes Oui Sí ☐ No Non No ☐ Don't know NSP No sabe ☐
a. If yes, which ones? Si oui, lesquelles ? ¿Si sí, cuáles?

21. What are your needs to help you adapt to the natural phenomena and climate change?
Quels sont vos besoins pour vous aider à vous adapter aux phénomènes naturels et aux changements climatiques ?
¿Que necesita para ayudarse a adaptarse a los fenómenos naturales y al cambio climático? (tanto proceso de gestion como datos científicos)

22.1 In your opinion, do the following actors should participate to the identification of solutions for adaptation to natural phenomena and to climate change?
Selon vous, les acteurs suivants devraient-ils être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation aux phénomènes naturels et aux changements climatiques ?
En su opinión, ¿los siguientes actores deberían participar a la identificación de soluciones para adaptarse a los fenómenos naturales y al cambio climático?

22.2 In your opinion, should the following actors be responsible for the implementation of adaptation strategies and their costs?
Selon vous, les acteurs suivants devraient-ils être responsables de la mise en œuvre des solutions d'adaptation et de leurs coûts ?
En su opinión, ¿los actores siguientes deberían estar responsable para la poniente en acción de la soluciones de adaptación y sus cuestas ?

POTENTIAL ACTORS / ACTEURS POTENTIELS / ACTORES POTENCIALES	22.1 IMPLIED IN IDENTIFICATION			22.2 RESPONSIBILITY		
	(1-4) Yes Oui Sí	(0) No Non No	(66) (88) (99)	(1-4) Yes Oui Sí	(0) No Non No	(66) (88) (99)
If yes, in what proportion? 1-2-3-4, 1 is the most important Si oui, dans quelle proportion ? 1-2-3-4, 1 est le plus important Si sí, en que proporción ? 1-2-3-4, 1 es más importante, como un podium olímpico						Comments Comentarios Comentarios
a. Coastal residents Résidents côtiers Residentes costeros		0			0	99
b. Non-coastal residents Résidents non côtiers Residentes no costeros		0			0	99
c. Citizens outside community Citoyens hors de la communauté Habitantes de afuera de la comunidad		0			0	99
d. Local gov. Gouv. local Gob. local : MRC Municipalité, Ville, Village, Communauté, Community-council, Pueblo-Ciudad/Ayuntamiento		0			0	99
e. Sub-regional gov. Gouv. sub-regional Gob. sub-regional : Région administrative/County/Provincia de Cádiz		0			0	99
f. Provincial/regional gov. Gouv. provincial/régional Gob. regional/provincial : Québec/Irlande du Nord/Juntad de Andalucía (territorio autónomo)		0			0	99
g. National gov. Gouv. national Gob. nacional : Canada/UK/España		0			0	99
h. Continental comm. Comm. continentale Comm. continental : Amérique du Nord/Communauté européenne/Comm. Europea		0			0	99
i. International comm. (name it) Comm. internationale (nommer) Comm. internacional (llamar lo(s))		0			0	99
j. Scientific comm. Comm. scientifique Comm. científica (Université, Institut de recherche)		0			0	99
k. Commercial interest Commerces Empresas		0			0	99
l. Industrial interest Industries Industrias		0			0	99
m. Local organization Organismes locaux Organismos locales		0			0	99
Others/Autres/Otros:		99			99	99

¿Quién debería ser el lider para poner todo eso en marcha?

A FUTURE VULNERABILITY INDEX / UN FUTUR INDICATEUR DE VULNERABILITÉ / UN FUTURO INDICADOR DE VULNERABILIDAD

23. Are you familiar with the concept of vulnerability to climate change?
Êtes-vous familier avec le concept de vulnérabilité aux changements climatiques ?
¿Usted conoce al concepto de vulnerabilidad a los cambios climáticos?

24. In which proportion do you base your decisions/opinions concerning sustainable territory management on scientific information?
Dans quelle proportion basez-vous vos décisions/opinions concernant la gestion durable du territoire sur des informations scientifiques ?
¿En que proporción usted base su decisiones/opiniones sobre la gestión sostenible del territorio sobre información científica?

(0)	(1)	(1)	(2)	(3)
Never Jamais Nunca	Rarely Rarement Unas veces	Half of the time La moitié du temps La mitad del tiempo	Often Souvent Muchas veces	Always Toujours Cada ves

99

FREQUENCY OF TYPES OF SCIENTIFIC INFORMATION

24. What form of scientific information do you prefer using?
Quel type d'information scientifique préférez-vous utiliser ?
¿Qué tipo de información científicas prefere utilizar? (dar 1-2-3 como un podium...)

a. A single number / Un seul chiffre / Un solo numero	
b. An indicator with classes (High, mean, low/ a-b-c) Un indicateur avec des classes (fort-moyen-faible/a-b-c) Un indicador con clases (fuerte, medium, debil/ a-b-c)	
c. A map / Une carte / Un mapa	
d. A descriptive text / Un texte descriptif / Un texto descriptivo	
e. A geographic information system (GIS) Un système d'information géographique (SIG) Un sistema de información geografica (SIG)	
f. Figures Figures Figuras	
g. Tables Tableaux Tablas	

25. How do you prefer according to scientific information?

Comment préférez-vous accéder à l'information scientifique ?

¿Cómo usted prefiere acceder a la información científica?

26. What would be the ideal information on coastal vulnerability?

Quelle serait l'information idéale sur la vulnérabilité de la zone côtière ?

¿Cuál sería la mejora información sobre la vulnerabilidad costera?

26.1 What would be the best unit(s): for example, a single number like monetary sign, multiple ones like nb people + monetary sign ?

Quelles seraient les meilleurs unités: une seule unité (ex. monétaire), de multiples unités (nb de personnes + enjeux monétaires)?

¿Cuáles serían las mejores unidades: por ejemplo un número solo de dinero, o múltiple número como número de personas + una evolución del dinero?

26.2 What would be the best spatial scale: the most local possible, regional, national, all of them?

Quelle serait la meilleure échelle spatiale, la plus local possible, régionale, nationale, toutes ensemble?

¿Cuál sería la mejora escala espacial: la más local possible, regional, nacional, todas juntas?

27. If there was a new vulnerability index that would integrate those elements, would you use it? Why?

Si l'il y avait un nouvel indicateur de vulnérabilité qui intégrait ces aspects, l'utiliseriez-vous ? Pourquoi?

Si hubiera un nuevo indicador de vulnerabilidad que integraría estos aspectos, ¿lo utilizaría? ¿Por qué?

<i>Otros comentarios</i>

ANNEXE I –
LETTRE TYPE DE CONTACT AUPRÈS DES GESTIONNAIRES
EN FRANÇAIS, ANGLAIS ET ESPAGNOL



Rimouski, 2 novembre, 2011.

À l'attention de NOM/ORGANISME

Objet: Demande d'entrevue pour un projet sur la gestion de la vulnérabilité de la zone côtière aux changements climatiques, un échange entre le Canada, l'Espagne et le Royaume-Uni

Madame, Monsieur,

J'ai identifié que vous avez un intérêt quelconque dans la gestion intégrée de la zone côtière (GIZC). Je m'appelle Ursule Boyer-Villemare et je suis étudiante au doctorat à l'Université du Québec à Rimouski (sous la supervision de P. Bernatchez). J'étudie la problématique de la vulnérabilité face à l'érosion et à l'inondation côtières, leurs impacts d'un point de vue de gestion durable, et leur gestion face aux changements climatiques, dans différents pays (Canada, Royaume-Uni, Espagne). Pour une meilleure comparaison de la gestion de ces risques, il est nécessaire d'impliquer les différents organismes en relation avec la gestion de la côte, pour comprendre la perception institutionnelle.

Des études récentes suggèrent que l'érosion et les inondations côtières vont augmenter durant le prochain siècle. Dans l'Est du Canada, ce processus a déjà commencé et nous désirons comparer avec des côtes similaires qui évoluent sous un climat plus chaud, comme l'Irlande du Nord et le Sud de l'Espagne. Pour ceci, durant les dernières années, nous avons récolté des données géomorphologiques et nous réalisons aussi un sondage avec des résidents de Carleton et Maria. Étant donné que vous êtes en relation avec la gestion intégrée de la zone côtière (GIZC) ou avec la gestion des impacts des changements climatiques, nous désirons connaître votre opinion sur le processus de GIZC, les solutions les mieux adaptées à la dynamique côtière, tout comme la responsabilité de les mettre en œuvre et vos besoins en matière de données scientifiques.

Votre participation contribuerait grandement à la qualité du projet. De plus, ça nous permettrait de valoriser l'importance de votre organisme dans la GIZC tout en contribuant à rapprocher la science des problèmes de société.

Donc, serait-il possible de prendre rendez-vous pour une entrevue (date et heure?) d'ici la fin novembre. Je serai dans la Baie des Chaleurs jusqu'au 23 novembre et mon horaire est très flexible.

Si vous avez quelque question que ce soit, n'hésitez pas à me contacter. Si vous désirez en savoir plus sur le projet, je vous invite à visiter la page web suivante :

<http://interclimatecoastalvulnerability.blogspot.com/p/accueil.html>

En espérant avoir de vos nouvelles bientôt,

Salutations distinguées,

Ursule Boyer-Villemare

ursule.boyer-villemare@uqar.qc.ca

1-581-886-3071



Îles-de-la-Madeleine



Kilkeel, August 5, 2010.



Object : Interview request

Dear Mr/Mrs XXX,

Mr XX of (INSTITUTION) in (PLACE) gave me your contact. My name is Ursule Boyer-Villemaire and I am a visiting Ph.D. student from Québec, Canada, working on coastal sensitivity & vulnerability across climates. Pr. Andrew Cooper of University of Ulster (Coleraine) is one of my supervisors. The coasts of Co. Down and Newry&Mourne are part of the sampling areas for my thesis (Warrenpoint to Ballykinler) because they are the most similar to Eastern Canada. I am writing to you about the possibility of an interview.

My thesis is about coastal vulnerability throughout climates, for comparing the coasts of Eastern Canada, Northern Ireland (Warrenpoint to Newcastle) and the South of Spain (Cadiz area). The context is that in Eastern Canada, one of the main coastal issues relates to the building permissions and taking into account a rapidly changing coastal fringe due to increased erosion rates. A bit like in Southern England, some buildings are too close to the shore in areas where the rates of erosion have drastically increased since the last 15 yrs, consequently threatening the livelihood of communities. The overall goal is to propose new sensitivity index and a vulnerability measurement oriented towards sustainable management that account for potential coastal transition due to climate change. Also, I have a special interest in producing scientific outputs that are pertinent for applications and that is why I would like to include actors' and citizens' opinion in the process. Citizens are presently being surveyed in Kilkeel and Newcastle areas, about their perception of environmental changes and what they value about the coast. Next, I am aiming to interview about 10 people involved in the governance of the coast, about the mechanisms in place in Northern Ireland to ensure sustainability of the development plans and the integration of changing natural conditions, and how could science be more helpful.

As I read the "Integrated coastal zone management strategy for NI", I tend to think that your service is highly concerned about coastal erosion and flooding management. I am thus asking you whether you think that your Office has a role to play in the management of coastal risks in Northern Ireland or not? In the positive case, I believe that an interview would greatly support this observation. These interviews also represent an effort to bridge more between "science" world and "real" societal issues in order to provide results that are more relevant for decision-making and your collaboration would thus highly encourage us to continue in that way.

In the case that you kindly accept to meet me, I would like to know if you would be

UQAR

available within the next weeks. I will be spending the next week in Belfast and am therefore available until September 3. The interview would last about an hour and a half.

If you have any other question, do not hesitate to contact me.

I am looking forward to hear from you,

Sincerely yours,

Ursule Boyer Villemaire

Ursule.boyer-villemaire@uqar.qc.ca

+44(0)7561 877 515

UQAR

University of
ULSTER

UCA
Universidad
de Cádiz

Cádiz, 24 de noviembre, 2010.

A la atención de NOMBRE/ORGANISMO

Objeto: Demanda de entrevista para un proyecto sobre la gestión de la vulnerabilidad de la zona costera al cambio climático, un intercambio entre España, Reino Unido y Canadá

Estimado (a) Señor/Señora,

He identificado que su organismo tiene un interés en la gestión integrada de las áreas litorales (GIAL). Me llamo Ursule Boyer-Villemare y soy estudiante canadiense de doctorado visitante, en colaboración con la Universidad de Cádiz (J. Benavente es mi supervisor). Estoy investigando la problemática de la vulnerabilidad costera frente a la erosión y a la inundación, sus impactos desde un punto de vista sostenible, y su gestión ante el cambio climático, en diferentes países (Canadá, Reino Unido, España). A la hora de comparar la gestión de estos riesgos, es necesario contactar con los diferentes organismos relacionados con la gestión de costas, para incluir la percepción institucional.

El contexto en que nos encontramos muestra que investigaciones recientes han sugerido que la erosión y la inundación costera van a aumentar en el próximo siglo. En el Este de Canadá, este proceso ya ha empezado y queremos comparar con costas similares que evolucionen en climas más cálidos, como el noroeste de la provincia de Cádiz. Para ello, durante los últimos meses, se han recolectado datos geomorfológicos y también se realizó un sondeo con ciudadanos en la región de Chipiona. Dado que usted está relacionado de alguna manera con la gestión integrada de áreas litorales (GIAL) o a la gestión de los impactos del cambio climático, nos gustaría conocer su opinión sobre el proceso de GIAL, las soluciones mejor adaptadas a la dinámica costera, así como la responsabilidad de ponerlas en marcha y sus necesidades de datos científicos.

Su participación sería una gran contribución a la mejora de la calidad del proyecto. Por otro lado, nos permitiría también valorar la importancia de su organismo en la GIAL y contribuir a acercar la ciencia a los problemas de la sociedad.

Por todo ello, me gustaría saber si sería posible concertar una entrevista (fecha y hora?) durante las próximas semanas. Estaré en la región de Cádiz hasta mediados de diciembre y mi horario es muy flexible.

Si tiene cualquier pregunta, no dude en ponerse en contacto con migo. Si usted desea saber más sobre el proyecto, puede visitar la página web siguiente:

<http://interclimatecoastalvulnerability.blogspot.com/>

Esperando tener su respuesta,

Saludos,

Ursule Boyer-Villemare
ursule.boyer-villemare@uqar.qc.ca
+34 633 692 116



Islas-de-la-Magdalená, Canadá

ANNEXE J –
FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DES GESTIONNAIRES
EN FRANÇAIS, ANGLAIS ET ESPAGNOL



Formulaire de consentement pour les acteurs publics

Titre de la recherche: *Une approche fonctionnelle durable de la sensibilité et de la vulnérabilité côtières de l'éco-socio-système aux aléas côtiers: les côtes du Québec (Canada), de l'Irlande du Nord et de Cádiz (Espagne)*

Chercheur: Ursule Boyer-Villemaine, Université du Québec à Rimouski
Candidate de doctorat en Sciences de l'environnement
300, allée des Ursulines
Rimouski, Québec, Canada, G5L 3A1
Téléphone : +1-418-723-1988 (1364) ou +34-956-016447 ou +44 28 70324429
ursule.boyer-villemaine@uqar.qc.ca

Directeurs: Pascal Bernatchez, Université du Québec à Rimouski, Géographie (Canada)
Javier Benavente, Universidad de Cádiz, Ciencias del Mar (Spain)
Andrew Cooper, Ulster University, Environmental Sciences (Northern Ireland)

1. INFORMATION POUR LES PARTICIPANTS

i. Objectifs de la recherche

Cette partie de mon étude s'intéresse à mesurer la vulnérabilité côtière aux changements climatiques, au rehaussement du niveau marin et aux aléas côtiers, et à les comparer dans divers pays (Canada, Irlande du Nord et Espagne). Le concept de vulnérabilité comprend la mesure des impacts indirects des changements climatiques et des stratégies d'adaptation. Il est aussi important d'intégrer l'opinion des résidents dans l'idée d'une bonne gestion de la zone côtière et pour éviter les conflits entre les usagers de la côte.

ii. Participer à ce projet de recherche

Dans ce projet de recherche, vous aurez à compléter le sondage suivant avec un(e) de nos représentant(e)s. La durée est d'environ 45 minutes; votre participation reste volontaire; vous n'avez pas l'obligation de répondre à toutes les questions. Les principaux sujets abordés sont les suivants: l'érosion, ses causes et effets, les mesures de protection, les perceptions et les changements climatiques.

Il y a aussi un exercice de cartographie pour nous aider à identifier les activités et valeurs de la côte. Si vous êtes propriétaire côtier, il est possible que nous vous demander d'accéder à la

côte en passant par votre terrain pour prendre des photos et quelques mesures spéciales.

iii. Confidentialité et diffusion d'information

Le groupe d'étude (autant le chercheur principal que ses représentant(e)s) garanti la confidentialité de toutes les informations que vous nous communiquez. Seuls les membres du groupe de recherche auront accès aux informations. L'entretien ne sera pas enregistré. Un ordinateur pourrait être utilisé en direct pour numériser les données. Néanmoins, le processus de numérisation ne permettra pas de vous identifier. Les papiers originaux seront conservés sous clé dans le bureau du groupe de recherche au Québec, CANADA. Au moment de diffuser les résultats, nous promettons de ne pas faire circuler toute information permettant d'aider à vous identifier.

La diffusion des résultats se fera auprès des bibliothèques, bureaux municipaux, régionaux, provinciaux et nationaux, et auprès d'organismes environnementaux. La diffusion sera sous forme de bulletins et de réunions publiques. Ces résultats constitueront aussi une base pour des articles et présentations scientifiques. Les bulletins seront disponibles si vous le réclamez.

iv. Avantages, risques et désavantages

D'un point de vue individuel, participer à cette recherche vous permettra de réfléchir sur la réalité de votre communauté et de vous sentir impliqué dans son fonctionnement. Plus généralement, votre participation nous permettra de mieux comprendre les forces, limites et enjeux auxquels les populations côtières font face, et de comparer les différentes réalités entre les sites mentionnés ci-haut. Aucune rémunération ou compensation d'aucune sorte n'est associée à votre participation. Participer à cette recherche ne présente pas de risque ou de désavantage. Votre participation suppose seulement que vous passer

un peu de temps en compagnie du/de la représentant(e) du groupe de recherche.

v. Droit de retrait

Votre participation reste complètement volontaire. Vous pouvez vous retirer à n'importe quel moment par une annonce verbale, sans préjudice et sans avoir à justifier votre décision. Si vous décidez de vous retirer, vous pouvez communiquer avec le/la représentant(e) par téléphone au numéro mentionné ci-bas. Si vous le décidez ainsi, les données récoltées lors de votre entretien seront détruites.

3. CONSENTEMENT

Je déclare que j'ai lu les informations ci-haut, obtenu des réponses à mes questions sur ma participation et compris l'objectif, la nature, les avantages, risques et désavantages de participer à cette recherche.

Après avoir réfléchi durant un temps raisonnable, je consens librement à participer à cette recherche. Je sais que je peux me retirer à n'importe quel moment sans préjudice et sans avoir à justifier ma décision.

PARTICIPANT(E)

Signature _____ Date _____

Prénom _____ Nom _____

Je déclare avoir exposé l'objectif, la nature, les avantages, risques et désavantages de participer à cette recherche, et d'avoir répondu aux questions au meilleur de mon savoir.

CHERCHEUR(E) OU REPRÉSENTANT(E)

Signature _____ Date _____

Prénom _____ Nom _____

Pour toute information reliée à cette recherche, ou pour se retirer, vous pouvez communiquer avec:

Ursule Boyer-Villemare, (Ph.D. candidate)

Téléphone: +1(418) 723-1986 (1364) ou +34-956-016447 ou +44 28 70324429

Courriel: Ursule.boyer-villemare@uqar.qc.ca



Agreement form for actors

Research title: *A Functional Sustainable Approach to the Sensitivity and Vulnerability of the Coastal Ecological and Socio-Economical System to Geohazards and Anthropohazards: Quebec (Canada), Northern Ireland and Spain Coasts*

Researcher: Ursule Boyer-Villemare, Université du Québec à Rimouski
Ph.D. candidate in Environmental Sciences
300, allée des Ursulines
Rimouski, Québec, Canada, G5L 3A1
Phone : +1-418-723-1988 (1364) or +34-956-016447 or +44 28 70324429
ursule.boyer-villemare@uqar.qc.ca

Advisors: Pascal Bernatchez, Université du Québec à Rimouski, Géographie (Canada)
Javier Benavente, Universidad de Cádiz, Ciencias del Mar (Spain)
Andrew Cooper, Ulster University, Environmental Sciences (Northern Ireland)

1. INFORMATION TO PARTICIPANTS

i. Objectives of the research

This part of my research project is about measuring the coastal vulnerability to climate change, sea-level rise and coastal hazards, and compare it in various countries (Canada, Northern Ireland and Spain). The concept of vulnerability comprises measuring the impacts of climate change and the adaptation strategies. It is important to integrate peoples' opinion to better manage the coastal zone and prevent user's conflicts.

ii. Participating to the research

In this study, you will have to complete the following survey with one of the representatives. It is about 45-minutes long; your participation remain on a voluntary basis; you do not have the obligation to answer all questions. The principal themes invoked are the following: erosion, causes and effects, measures of protection and actions, perceptions and climate change. There is also a mapping exercise to help identify the activities you practice on the coast. If you are a coastal landowner, we might ask to access the

coast by crossing your land to take pictures of the coast and for spatial referencing measurements.

iii. Confidentiality & diffusion of information

The study group (leader and representatives) **guarantees the confidentiality of all information** you communicate to us. Only the members of the study group will access the information. The interview might be recorded. A computer might be used in live to digitalize the data. However, the process to digitalize will not allow identifying you. The original papers will be conserved under key lock at the study group office in Québec, CANADA. At the moment of diffusion of the results of this study, **we promise not to provide any information that would allow identifying you.**

The diffusion of the results will be in municipal libraries and offices, and in regional, provincial, State governmental bodies and certain environmental organizations. **The support to diffusion will be reports and public meetings. The results will also consist a basis for scientific papers and speeches.** The reports will be available upon demand.

iv. Advantages, risks and disadvantages

Individually, your participation will allow you to think over the reality of your environment and feel involved with it. More generally, your participation will allow us to better understand the forces, constraints and stakes that the coastal populations are facing, and to compare the various realities between the abovementioned locations. No remuneration or compensation of any type is associated to your participation. By participating to this research, you are not submitted to any particular risk or inconvenient, your participation only implies that you spend a

certain time with the representative of the study group.

v. Right of withdrawal

Your participation remains entirely voluntary. You are free to withdraw at any time by a verbal notice, without prejudice and without justifying your decision. If you decide to do so, you can communicate with the searcher at the phone number mentioned below. If you decide to do so, the data collected during your interview will be destructed.

3. CONSENT

I declare to have read the information above, have obtained answers to my questions about my participation and understood the goal, nature, advantage, risk and inconvenient to participating to this research.

After thinking over it for a reasonable time, I freely consent to take part to this research. I know that I can withdraw at any time without prejudice without justifying my decision

PARTICIPANT

Signature _____ Date _____

Name _____ First name _____

I declare having exposed the goal, nature, advantage, risk and inconvenient to participating to this research and having answered at the better of my knowledge to the questions.

RESEARCHER OR REPRESENTATIVE

Signature _____ Date _____

Name _____ First name _____

Inter-climate Coastal Vulnerability Project

www.interclimatecoastalvulnerability.blogspot.com

For any question related to this research or to withdraw, you can communicate with

Ursule Boyer-Villemare, (Ph.D. candidate)

At the following number : +1(418) 723-1986 (1364) or +34-956-016447 or +44 28 70324429

Or at the following email address: Ursule.boyer-villemare@uqar.qc.ca



Formulario de consentimiento para actores públicos

Título de la investigación: *Un enfoque funcional sostenible de las sensibilidad y vulnerabilidad del sistema ecológico y socio-económico costero a los peligros naturales : costas del Québec (Canada), de Irlanda del Norte y de Cádiz (España)*

Investigadora: Ursule Boyer-Villemare, Université du Québec à Rimouski
Ph.D. candidata en Ciencias Ambientales
300, allée des Ursulines
Rimouski, Québec, Canada, G5L 3A1
Teléfono : +1-418-723-1986 (1384) o +34-956-016447 +44 28 70324429
ursule.boyer-villemare@uqar.qc.ca

Directores: Pascal Bernatchez, Université du Québec à Rimouski, Géographie (Canada)
Javier Benavente, Universidad de Cádiz, Ciencias del Mar (Spain)
Andrew Cooper, Ulster University, Environmental Sciences (Northern Ireland)

1. INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES

i. Objetivos de la investigación

Esta parte de mi investigación se interesa a medir la vulnerabilidad costera a los cambios climáticos, a la elevación del nivel del mar y a los peligros costeros, y compararlos en varios países (Canadá, Irlanda del Norte y España). El concepto de vulnerabilidad comprende medir los impactos del cambio climático y las estrategias de adaptación. Es importante de integrar las opiniones de residentes para un buen manejo de la zona costera y evitar los conflictos entre usuarios de la costa.

ii. Participar en este proyecto de investigación

En este proyecto de investigación, se habrá que completar el sondeo siguiente con uno/una de nuestros representantes. Durará acerca de 45 minutos; su participación será voluntaria; no tiene la obligación de responder a todas las preguntas. Los temas principales a tratar son los siguientes: erosión y sus causas, y efectos, medidas de protección, percepciones y cambio climático.

Hay también una consulta cartográfica para ayudarnos a identificar las actividades practicadas en la costa. Si la persona es un propietario/a costero/a, es posible que

solicitemos acceder a la costa para sacar fotos de la misma.

iii. Confidencialidad y difusión de información

El grupo de estudio (líder y representantes) garantiza la confidencialidad de todas las informaciones recogidas. Solo los miembros del grupo de estudio tendrán acceso a las mismas. La entrevista puede ser grabada. Un ordenar podrá ser utilizado para digitalizar los datos. Sin embargo, el proceso de digitalización no permitirá la identificación de los participantes. Los papeles originales estarán custodiados en la oficina del grupo de estudio en Québec, CANADA. En el momento de difusión de los resultados, se garantiza no difundir información que pudiera ayudar a la identificación.

La difusión de los resultados estará en bibliotecas, oficinas municipales, regionales, provinciales y nacionales, y organizaciones ambientales. La difusión se hará a través de boletines y reuniones públicas. Estos resultados serán también una base para artículos y presentaciones científicas. Los boletines estarán disponibles para toda persona que lo reclame.

iv. Ventajas, riesgos y desventajas

Individualmente, su participación le permitirá reflejar la realidad de su comunidad y sentirse implicado/a en ella. Más generalmente, su participación nos permitirá entender correctamente las fuerzas, limitaciones, y retos a los que las poblaciones costeras se enfrentan, y comparar las diferentes realidades entre los diferentes lugares estudiados. Su participación no está sujeta a ningún tipo de remuneración o compensación de cualquier tipo. Participar en esta investigación no presenta ningún tipo de riesgo o desventaja. Su participación solamente

supondrá dedicar parte de su tiempo a el/la representante del grupo de estudio.

v. Participación

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse en cualquier momento simplemente con una notificación verbal, sin prejuicio y sin tener que justificar su decisión. Si decide retirarse, puede comunicarlo con el representante vía telefónica al número que aparece arriba. Si así lo decide, los datos recogidos durante la entrevista serán destruidos.

3. CONSENTIMIENTO

Declaro que he leído las informaciones arriba expuestas, comprendiendo las implicaciones de mi participación y entendiendo el objetivo, la naturaleza, las ventajas, desventajas y riesgos de mi participación en esta investigación.

Por tanto, libremente decido participar en esta investigación.

PARTICIPANTE

Firma _____ Fecha _____
Nombre _____ Apellido _____

Declaro haber expuesto el objetivo, la naturaleza, las ventajas, desventajas y riesgos de participar en esta investigación y haber respondido a las preguntas formuladas.

INVESTIGADOR/A O REPRESENTANTE

Firma _____ Fecha _____
Nombre _____ Apellido _____

Para cualquier pregunta relacionada a esta investigación, o para retirarse, puede comunicar a:

Ursule Boyer-Villemare, (Ph.D. candidata)

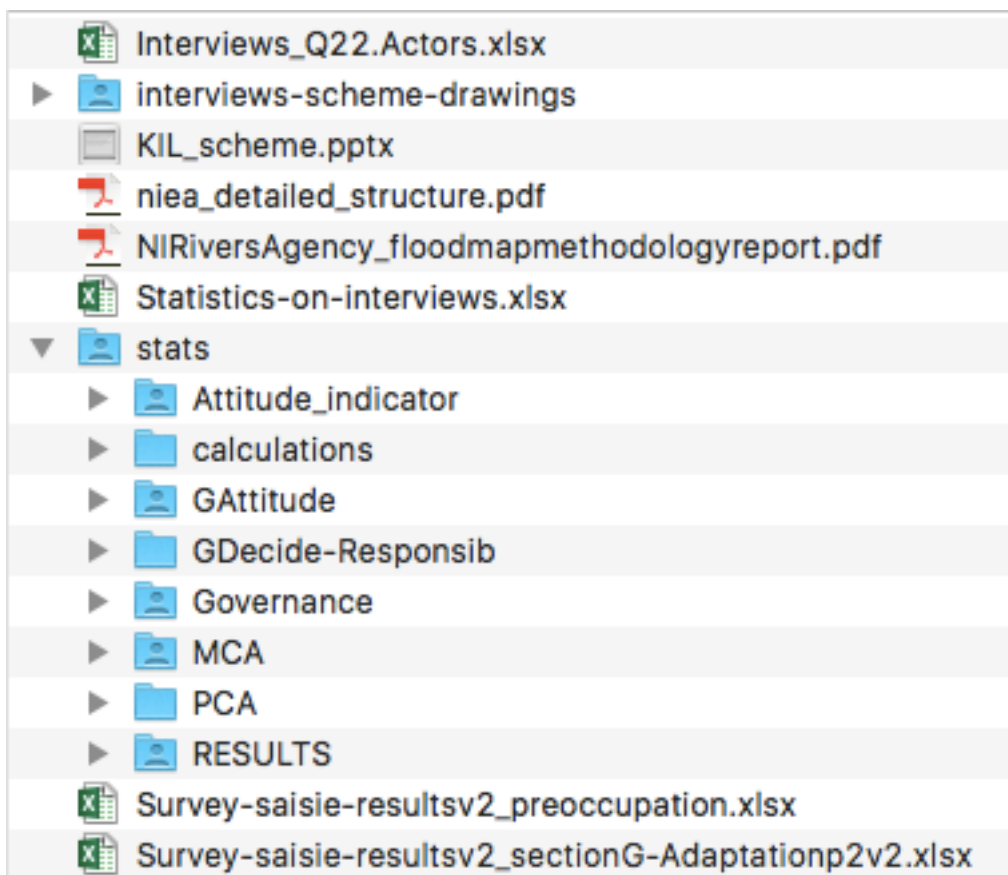
Teléfono: +1(418) 723-1986 (1364) o +34-956-016447 o +44 28 70324429

Correo electrónico: Ursule.boyer-villemare@uqar.qc.ca

ANNEXE K –
SUPPLÉMENT NUMÉRIQUE RELIÉ À L'ANALYSE DES PERCEPTIONS DE
LA GOUVERNANCE DES RISQUES CÔTIERS

Contenu du dossier numérique :

- Matrices de traitement des données
- Codes R d'analyses statistiques



ANNEXE L –
RÉPONSE DE L'ÉDITEUR EN CHEF DU JOURNAL
ECOLOGY AND SOCIETY

De : Carl Folke <carl.folke@beijer.kva.se>
Objet : **Rép : ES-2014-6568: Editorial decision on manuscript**
Date : 25 mars 2014 04:43:02 HAE
À : Boyer-Villemaire Ursule <ursule.boyer-villemaire@uqar.ca>

Répondre à : managing_editor@ecologyandsociety.org

Decision Submitted by: Carl Folke

Editorial Decision: Decline

Dear Dr. Boyer-Villemaire,

I have now asked several of our subject editors to take on the task of guiding the review process for your manuscript "Governance Perception of Citizens and Managers in Coastal Communities facing Climate Hazards and Changes in Canada, UK and Spain" submitted to Ecology and Society, but I have not been successful. Therefore, I recommend that you submit your manuscript to a journal like Climatic Change, Natural Hazards or Global Environmental Change to avoid prolonging the uncertainty of the review process of your paper with our journal.

Thanks a lot for having considered Ecology and Society as a possible venue for your work.

With best wishes

Carl
Editor in Chief

Folke

ANNEXE M –
COMMENTAIRES DES ÉVALUATEURS
À PROPOS DE L'ARTICLE SUR LA PERCEPTION DE LA GOUVERNANCE

Reviewer #1

Dear Mr Editor,

I have read the manuscript Governance Perception of Citizens and Managers in Coastal Communities facing Climate Hazards and Changes in Canada, UK and Spain by Ursule Boyer-Villemaire, Pascal Bernatchez, Javier Benavente and J. Andrew G. Cooper. I advise currently a rejection of the manuscript pending an extensive and major revision of the manuscript. Although the basic line of reasoning in the manuscript does bring about valid points, in its current form the legibility hampers comprehension of the text. In addition the line of reasoning needs to be improved. Individual phrases and paragraphs seem to lack coherence.

Further, the manuscript seems to hinge on two tracks: the framework and the analysis. In its current form both are not developed well enough in the manuscript to make for an interesting paper. In short too little details on both to be able to follow the line of reasoning.

Also the analysis lacks thoroughness in bringing the analysis of the individual cases to the level of a cross case comparison, nor does it detailed enough describe and analyse the individual cases.

The article is not written in an easy to read fashion. A thorough check of grammar may help. For example p 2 When developing societally relevant tools for adaptation to climate change (Moser, 2010), both the intention and form of the framework can

contribute. And page 2/3 About the form, as social learning gains more attention in adaptive management (Armitage et al., 2009), an interesting way of supporting the utility of adaptive capacity is target abilities that can be mastered by a community by training over time. In addition the manuscript needs a thorough check on the use of the English language, especially on the use of certain idiomatic and idiosyncratic words and concepts (for examples see below).

The concepts used in the manuscript are not properly being introduced. Focus is very much on the framework and not enough on its constituting elements of vulnerability, adaptive capacity, the link between governance perception and adaptive capacity and the entire array of apparent perceived necessity for strong collective (citizens' and managers') agreement regarding risk governance, including responsibility, and other governance features (e.g. perceptions of leadership and power sharing, desirable level of citizen involvement, each stakeholder's salience, defined by its legitimacy, urgency and/or power would indicate a solid ground for multi-stakeholders processes and would thus benefit from being integrated in governance perception assessment.

Related to this, the indicators presented in tables 1 and 2 need to be connected to the issue the manuscript is discussing. In its current form it is unclear why these indicators are chosen and how they relate to the concepts presented. Also in section 3.1 the chosen communities are introduced, yet it is unclear based on which criteria these communities have been selected.

In the results section (p 9 onwards) the outcomes of the interviews are presented. As the context of the three communities is missing (f.e. which actions are undertaken to manage coastal risks, what is the economic and social importance of the communities) the presented scores do not give meaning to the analysis. Rather than in section 3 merely presenting a snap shot institutional setting the manuscript needs to provide a much more detailed description of the local communities. This may well

result in the need to cut up this manuscript in 4 manuscripts: three individual case studies and one comparison analysis.

The use of the word 'preoccupation' throughout the manuscript in this context seems weird. Do the authors refer to 'concerns' or 'worries'?

P3 what is a well and resilient community?

P3 the criteria of selection were the representation of all sub-components of affective context and functional coherence, 2) the sensitivity across site, 3) the absence of redundancy, 4) a formulation, and 5) the ease of collection through survey or semi-directed interviews. 1) after reading it is still not clear what the actual criteria have been and 2) some of these are criteria? E.g. a formulation??

P8 and further the term is 'economic' not economical.

P9 I completely miss the point of this statement In terms of preoccupation, the results show a significant grading (AVI>KIL>CHI) in the preoccupations for coastal hazards, contrasted with significantly similar general importance paid to the coastal zone for its economical and social importance for the community

P 10 What is a strong perception of governance??????

P 10 Interestingly, it also influenced the governance perception. Why 'interestingly'? Explain. And moreover, indeed if the people are emotionally involved in their perception of coastal hazards it will influence their perception of its managers and thus government and hence governance.

P 10 From this, AVI appeared to have a cultural position related to egalitarians From what does this appear?

P 11 strong valuation? Do you mean appreciation?

P 11 there was a striking misunderstanding about legitimacy A MISUNDERSDTANDING????? Do you mean different perception? Differences of opinion?

P 13 As the CHI sub-sample showed the most non-coastal respondents (78 %), this was due to the very low number (<15) of permanent legal houses on the first row of the coastline, due to the coastal law of '88 that preventing the location of such building. 1) as you do not describe in detail the significance of the first and second row of coastline the reader cannot interpret this statement. But more interestingly, if the second row can be perceived as a relatively 'safe' zone than all of the answers make perfect sense: when you are safe (or perceive to be safe) you do not bother about a certain risk. Although I sympathise with the following sentence (Nonetheless, we argue that a cultural position is intrinsically a much more influential factor) this statement is not supported by the research nor do you 'argue'.

P 15 This study of risk governance perceptions and adaptive capacity illustrated the potential of an ability-based framework of risk governance perceptions for identifying some community-scale perception struggles in the community's ability to adapt. No it does not. As mentioned above, it does not critically reflect on the framework used and its applicability, nor does it analyse thoroughly enough the three cases.

P 16 The underlying reasons vary for each, and the indicator-based assessment allowed the most critical to be identified in each local context. This is quite a petitio principii: the indicators help to detect issues, not to explain them.

P 16 to diagnose and highlight locally-adapted strategies to overcome the vulnerabilities related to perceptions did I miss them? I do not see a clear and conclusive description of locally-adapted strategies in the manuscript, nor a comparison between the three communities in this respect.

P 16 enabled the building of a social network around the theme of coastal hazards
Did you? This is not part of the manuscript.

Reviewer #2

General

In general, the scientific work that is done in this paper warrants publication. However, unfortunately in its current form this paper does not make very attractive reading. The paper seems to follow the figures and tables a lot and those are many. I think the paper can be a lot more readable if the authors focus more on making an attractive story and pasting the figures into that. Please review whether all tables are essential to make the story.

Abstract:

Second sentence: influences in what way? If people think that potential impact is high does that render them less vulnerable?

"The study shows that governance perception factors increase vulnerability"

Explain what is the exact relationship.

Spelling mistake in graphical abstract Conception

In the abstract it says N=125 for citizens and N=43 for managers. However, then it says this is in three distinct areas. I think the n number should indicate number of citizens per area and number of managers per area, as later the areas will be compared for their different perception. Also it seems that sample sizes for the 6 different groups of samples that there are then, are not equal, which complicates statistical analyses.

Introduction

First paragraph does not make very attractive reading. Text can benefit from rewriting, making shorter sentences and putting less info in a single sentence.

Further, after reading abstract and intro it is not really clear to me what we have to gain by a stronger agreement on risk perception and by the presented framework? IT says: "aid to vulnerability-adaptive decision making. In what way then? And what will this gain us? More effective dealing with risk? Saving money? And how exactly?

Why is section 2. Not called Methods??

Table 1 and 2 are not clearly explained in the text and are not easy to make out just by oneself. They look like methods to me, but why are they in the introduction?

What are blue flag beaches???

Table 3 does not need to kick off the whole section 3.

4.1.2. missing info in first sentence

I find the points listed at the beginning of 6.1 more results than discussion

Results section is too short and lot of discussion section could go there in my opinion. In the discussion section a more general discussion of results and comparison of the three different places should take place. All those numbers should not be mentioned again in the discussion.

From 6.4 it starts to read more as a discussion. This is nicer.

Reviewer #3

The article meets the specifications of the journal, in relation with the developing and methodological body, and the sequence of results for each object viewed. Also, it meets the aims and scope of Ocean and Coastal Management and appeals to readers

of this research field. However, there are some details that need to be mentioned and taking into account to be published.

It should be complemented the conceptual framework related to the risk and vulnerability. Author should make a more extensive literature revision, in order to supplement the concepts and definitions that are to support the analysis (it is marked on the PDF).





























In order to justify the use and carefully guide to the reader through each part of the article, author should be more precise when explaining each statistical method used to obtain the results. Also, it should be checked the style and bibliography to ensure it is according with journal specifications.

Majority of comments were directly integrated into PDF file. It was a good job, which I recommend for its publication but author should make the changes marked in the PDF file.

ANNEXE N –
SUPPLÉMENT NUMÉRIQUE RELIÉ AU DIAGNOSTIC DE
VULNÉRABILITÉ INTÉGRÉE DES COMMUNAUTÉS CÔTIÈRES

Contenu du dossier de l'annexe :

- Fichiers cartographiques pour les trois communautés
- Visualisateur de vulnérabilité pour Kilkeel, Irlande du Nord
- Atlas des résultats du visualisateur de vulnérabilité pour Kilkeel, Irlande du Nord
- Analyse institutionnelle pour Avignon et Chipiona

▼		ES
	▶	 coastline
	▶	 Institutions
	▶	 population
	▶	 spatial_data
		 ICVP_interview_scientific-info.xls
		 ICVP_interview-23-28.docx
▼		NI
	▶	 adequacy
	▶	 assets
	▶	 Atlas_vulnerability_Kilkeel
	▶	 Census_data
	▶	 coastal_evolution_excel
		 NI_coastal-evolution-artif_results.pptx
	▶	 river_flooding
	▶	 spatial_data
	▶	 values
	▼	 vulnerability
		 NI_Atlas_index.pdf
		 NI_coastal-units.pdf
		 NI_coastal-vulnerability_sumv2.pdf
		 NI_vulnerability_cell_v3.xlsx
▼		QC
	▶	 coastal-evolution
	▶	 infrastructures
	▶	 institutions
	▶	 population
	▶	 spatial_data

ANNEXE O –
PISTES DE RECHERCHE (PR) IDENTIFIÉES

Encadré O.1 : Résumé des pistes de recherche (pr) identifiées

1. AMÉLIORATION DE LA PROJECTION D'ÉROSION ET MEILLEURE CONNECTION AVEC L'ALÉA DE SUBMERSION

PR 1 : Intégration du LIDAR : une innovation scientifique nécessaire pour améliorer la résolution et la certitude quant à la position du trait de côte

PR 7 : L'analyse de la robustesse de la démarche pourrait être davantage étudiée en étendant l'évaluation à d'autres communautés dans les mêmes pays.

PR 8 : Pour atteindre un niveau d'exactitude similaire aux modèles prédictifs, des données *in situ* sont fondamentales et pourront être obtenues par le suivi (monitoring) de l'érosion côtière durant les prochaines décennies

PR 9 : des avancées statistiques seraient à considérer sérieusement solidifier les projections : la base de données constituée par la classification pourrait permettre de faire un modèle statistique des paramètres explicatifs du déplacement du trait de côte, en ajoutant des paramètres supplémentaires tels l'inclinaison saisonnière du haut estran (estival et hivernal) par LIDAR et la dureté du substrat en imposant une matrice issue de la carte géologique et une grille de référence pour les matériaux meubles.

PR 10 : la connexion entre l'analyse d'impacts de l'érosion et celle de la submersion a été plutôt sommaire et mériterait d'être abordée plus en profondeur

PR 11 : L'utilisation des cotes de submersion en relation dans chaque segment côtier serait une contribution précieuse mais laborieuse, même s'il est évident qu'il reste des améliorations pour raffiner la fonction de transfert entre les cotes altitudinales et les cote de submersion réelle qui tiennent compte du jet de rive et du déferlement (Bernatchez et al., 2011).

PR 15 : Le facteur d'écart d'intensité et/ou de fréquence entre le régime normal de vagues et le régime de tempête entraînerait donc une plus grande vulnérabilité du point de vue de l'exposition aux événements météo-océaniques extrêmes.

2. IDENTITÉ COMMUNAUTAIRE ET ZONE CÔTIÈRE EN CONTEXTE D'ACC

PR 20 : certains répondants âgés mettaient en relation causale entre la réduction de l'accès à la côte et une réduction de l'utilisation récréative du littoral par les jeunes; néanmoins, la piste d'un trait générationnel dû à l'utilisation des technologies récréatives est à examiner sérieusement dans la mouvance de l'identité littorale

PR 23 : évaluer l'effet d'un projet collaboratif d'adaptation visant à réduire la vulnérabilité sur le renforcement de l'identité communautaire

PR 24 : Vérifier la thèse selon laquelle les impacts des changements climatiques en milieu côtier peuvent influencer l'identité communautaire, dans sa modification autant que dans sa construction

PR 25 : investiguer la relation humain-climat (impacts + adaptation) et en évaluer les différences culturelles

3. TRANSFERT DE CONNAISSANCES

PR 13 : tirer profit des technologies de partage de données numériques environnementales pour améliorer la rapidité (e.g. Google Earth)

PR 14 : Transformer le visualiseur de vulnérabilité en boîte à outil de cartographie (toolbox) pour générer automatiquement un chiffrier (Excel) pour les utilisateurs non-SIG, et accélérer la démarche de production des sorties finales, amenant l'avantage de mettre en évidence les différentes étapes de pondération qui pourraient être contrôlée par l'utilisateur

PR 27 : égalité des communautés en matière d'expertise locale : évaluer le rôle des exigences de compétences en matière de gestion des risques naturels dans des postes clé (compétences en matière de SIG et niveau de scolarité général); le poste ou l'exigence de certains postes pourraient servir de levier à l'expertise locale en vue de la réduction de la vulnérabilité

PR 39 : Évaluer les coûts et bénéfices du transfert de connaissance en matière de risques côtiers, selon différents scénarios de campagnes sensibilisation (diversité de mediums, diversité d'acteurs).

4. PERCEPTIONS DES RISQUES ET DE LA GOUVERNANCE DES RISQUES

PR 2 : Étude longitudinale sur l'évolution des perceptions

PR 3 : Variabilité inter-communautés, tant du côté des perceptions que des dynamiques institutionnelles à l'intérieur d'un même pays

5. PROCESSUS ET TRAJECTOIRES D'ADAPTATION

a) Trajectoires, apprentissages collectifs et impacts sur les services écosystémiques

PR 4 : meilleure intégration des services écosystémiques

PR 5 : à l'aspect de l'évolution de la vulnérabilité selon différentes trajectoires d'adaptation (surtout spatiale)

PR 17 : le rôle des désastres passés sur la résilience naturelle de la côte (PR 17)

PR 18 : le rôle des désastres passés sur l'apprentissage collectif qui en ressort (PR 18), ce qui pourrait être fait en comparant des groupes de communautés ayant subi des événements de différentes catégories ou importance.

PR 19 : La cartographie historiques des « trajectoires adaptatives » (*adaptive pathways*) et ses facteurs sous-jacents, par une étude longitudinale combinant les rétroactions de protection/prévention (aménagement du territoire et historique des structures de protection) avec celle de la capacité socio-économique de villages de multiples statuts socio-économiques apporterait aussi des informations précieuses sur l'influence des désastres sur les décisions de protection/prévention prises en fonction de leur moyens et expertise.

PR 30 : Quelle est la contribution de l'apprentissage communautaire par essai-erreur dans l'adaptation de communautés en zone côtière?

PR 44 : Comment adapter les institutions aux changements perpétuels de l'environnement ?

b) Conflits et médiation environnementale communautaire

PR 21 : les conflits communautaires entre résidents côtiers et non-côtiers semble émerger devant l'inégalité des impacts, touchant davantage directement certains résidents; vérifier si la présence d'une brèche de sécurité ontologique chez certains résidents côtiers change le rapport d'objectivité dans la prise de décision : en gros, l'individu veut sauver sa peau au détriment la meilleure décision pour le groupe.

PR 38 : Le courant de la médiation environnementale est en développement et son application en zone côtière, où les enjeux privés et publics sont mélangés, mérite plus d'investigation.

c) Aménagement et accès public

PR 6 : l'enjeu d'accessibilité à l'espace public qu'est la zone littorale en raison de la disparition de certains accès par l'érosion

PR 12 : Adapter le diagnostic pour l'application en milieu urbain

PR 16 : Laxisme de l'aménagement du territoire en zone côtière : facteurs de résistance institutionnelle

d) Préparer la relocalisation stratégique

PR 33 : Quelle est la diversité des mesures économiques sous-jacentes à des déplacements préventifs (par indemnisation, par expropriation, etc.) pouvant s'appliquer en matière de gestion de la zone côtière ?

PR 34 : Quels devraient être les référents économiques (valeur immobilière) pour des déplacements préventifs en zone côtière ?

PR 42 : Comment identifier les seuils critiques où il faut procéder à la relocalisation ?

PR 43 : Quelles sont les meilleures manières de procéder à la relocalisation individuelle/en groupe ?

MESURES POUR FAIRE FACE AUX ENJEUX SOCIO-ÉCONOMIQUES

PR 31 : Raffiner l'évaluation des enjeux sociaux et économiques dans le Diagnostique, afin de mieux saisir leurs variations selon différents scénarios d'adaptation.

a) Mesures sociales

PR 22 : analyser l'effet de l'absence de filet social pour les groupes vulnérables (jeunes familles, personnes âgées, résidences les plus exposées) et de plan d'assurances contre les risques côtiers pour les résidents les plus vulnérables ou les plus exposés sur leur « mieux-vivre » et celui de la communauté, via un attentisme obligé et la réduction de leur capacité d'absorption des changements

PR 29 : Quel est le rôle du capital social et quelle est la diversité des mesures d'adaptation officielles ou spontanée (*home-made*) dans l'adaptation de communautés en zone côtière ?

PR 32 : Quelles mesures préventives d'accompagnement social pourraient être pertinentes pour les groupes vulnérables vivant dans des communautés côtières

faisant face aux risques côtiers (en particulier les groupes vulnérables situés dans les zones exposées aux aléas) ?

b) Mesures économiques (équilibre public-privé)

PR 26 : Vérifier si l'allocation des ressources (financières) croît en fonction de la croissance de l'exposition aux risques côtiers en parallèle avec l'augmentation des événements météo-océaniques extrêmes

PR 28 : le lien entre les variations climatiques et les coûts institutionnels ou la nature de la demande institutionnelle ainsi engendrés, mettant en avant des coûts différents selon l'autonomie initiale des communautés, tant sur le plan financier que celui de la prise de décision en matière de risques naturels.

PR 35 : est-ce acceptable que ce soit des intérêts privés qui voient à cette régulation ?

PR 36 : L'alternative de dresser une norme préventive et publique avant que la chute du rôle d'évaluation ne fasse perdre toute valeur à certains groupes sociaux serait-elle plus acceptable ?

PR 37 : des recherches plus poussées sur la balance entre l'intérêt commun régional ou plus grand, les intérêts communautaires et les intérêts individuels sont nécessaires

PR 40 : la question de l'inégalité des communautés devant les impacts des changements climatiques, en particulier pour celle avec des vulnérabilités sociales importantes : qui doit financer l'adaptation pour les communautés les plus vulnérables ?

PR 41 : la question de l'équilibre entre les enjeux du bâti public (routes, hôpitaux, etc.) et les affectations privées (résidentielles, commerciaux, industrielles), des intérêts qui peuvent être opposés : comment concilier et trouver un équilibre financier entre ces différents usages du territoire côtier dans un contexte de changement climatique ?